



Transport av slaktskyckling från gård till slakteri  
*-studier av klimat och analys av dödlighet*  
*-förslag till förbättringar*

**Krister Sällvik, Cecilia Palmén, Nina Bäcklund  
och Elise Bostad**

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Lantbrukets byggnadsteknik och djurhållning, LBT

**Rapport 2007:5**  
ISSN 1654-5427  
ISBN 978-91-85911-27-1  
Alnarp 2007





Sveriges  
lantbruksuniversitet

# LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

## Transport av slaktskyckling från gård till slakteri *-studier av klimat och analys av dödlighet* *-förslag till förbättringar*

**Krister Sällvik, Cecilia Palmén, Nina Bäcklund  
och Elise Bostad**

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Lantbrukets byggnadsteknik och djurhållning, LBT

**Rapport 2007:5**

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-85911-27-1

Alnarp 2007



## Förord

Denna rapport redovisar projektet *Transport av slaktkyckling från gård till slakteri – studier av termisk miljö i bilen och förslag till förbättringar*. Huvudsyftet var att finna möjligheter till en förbättrad djuromsorg för slaktkycklingar under hantering och transport från gården till slakteriet. Projektet har genomförts vid Institutionen för jordbrukets biosystem och teknik, JBT, på SLU Alnarp. Finansiering har skett från Djurskyddsmyndigheten.

Klimatstudier under lastning och transport av maskinlastade slaktkycklingar har genomförts i tre olika typer av djurtransportbilar under sommarhalvåret 2006 och vintern 2006-2007. Transporterna har skett till Kronfågels slakterier i Kristianstad och Valla samt Danpos slakteri i Års i Danmark. Projektet har genomförts i två delar. Den första delen bestod av litteraturstudie, långtidsregistreringar, insamling och analys av transport-följesedlar samt intensivstudier av transporter under sommaren. Denna del genomfördes som examensarbete inom agronomprogrammet av agr stud Cecilia Palmén med Krister Sällvik som handledare. Examensarbetet redovisades vid ett seminarium på Alnarp i maj 2007. AgrD Knut-Håkan Jeppsson var opponent. Den andra delen var intensivstudier av transporter under vintern samt statistiskt bearbetning av transportföljesedlar med avseende på faktorer som påverkar dödlighet under transport. Denna del genomfördes till stora delar av agronom Nina Bäcklund. Univ.lektor Jan-Eric Englund bistod med statistisk bearbetning.

Projektet har planerats och genomförts i samarbete med branschorganisationen Svensk Fågel genom chefsveterinär Johan Lindblad. Mycket bra samarbete har skett med Mikael Nilsson, Bengt Henriksson och Anders Ottosson hos Lantmännen Kronfågels slakterier i Kristianstad resp Valla. Positivt samarbete har projektet haft med åkeriägare, chaufförer och uppfödare. Vi vill tacka alla dessa personer som gjort det möjligt att genomföra dessa studier.

Delrapporter har skrivits av Cecilia Palmén och Nina Bäcklund. Projektledare har varit Krister Sällvik som också skrivit den slutliga rapporten med assistens av agronom Elise Bostad.

Alnarp den 1 december 2007

Krister Sällvik



---

# INNEHÅLL

<b>SUMMARY</b>	<b>4</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>11</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>19</b>
1.1 Syfte och målsättning	19
1.2 Avgränsningar	20
<b>2 LITTERATURSTUDIE</b>	<b>21</b>
2.1 Djurens fysiologi	21
2.2 Bestämmelser	21
2.3 Tidigare studier	23
2.3.1 Luftrörelser kring och i djurtransportbilar	23
2.3.2 Slaktsvinstransporter	23
2.4 Slaktkycklingtransporter	26
<b>3 STUDERADE DJURTRANSPORTBILAR</b>	<b>28</b>
3.1 Mekaniskt ventilerat fordon - F-bil	28
3.2 Naturligt ventilerat fordon - N-bil	30
3.3 Kapell bil - K-bil	33
3.4 Mätinstrument	34
<b>4 METOD</b>	<b>35</b>
4.1 Analys av transportföljesedlar	35
4.2 Luftrörelsestudie i fordon utan djur	36
4.3 Mätningar under lastning och körning	36
4.3.1 Lastningsprocedur	36
4.3.2 Långtidsregistreringar	37
4.4 Intensivstudier	37
4.4.1 Intensivstudie sommar	37
4.4.2 Intensivstudie vinter	40
<b>5 RESULTAT</b>	<b>42</b>
5.1 Analys av transportföljesedlar	42

5.1.1 Dödlighet under året	42
5.1.2 Samband dödlighet och transportfaktorer	43
5.1.3 Samband mellan transportdödlighet, uppfödare och chaufför	46
<b>5.2 Luftrörelsestudier i fordon utan djur</b>	<b>49</b>
5.2.1 F-bil	49
5.2.2 N-bil	50
5.2.3 FN-bil	51
<b>5.3 Långtidsregistreringar</b>	<b>52</b>
<b>5.4 Intensivstudier under lastning och transport, sommar</b>	<b>53</b>
5.4.1 Specialstudie av temperaturförhållanden i sid- och höjdded	53
5.4.2 Generella samband mellan medeltemperatur ute och i containrar	53
5.4.3 Generellt samband mellan temperatur och relativ fuktighet i containrar	58
5.4.4 Generellt samband mellan relativfuktighet ute och i containrar vinter	58
5.4.5 Värmestressindex THI	60
<b>5.5 F-bilar</b>	<b>62</b>
5.5.1 Temperaturutveckling	62
5.5.1.1 Sammanfattning av temperaturutveckling i F-bil	68
5.5.2 Relativ fuktighet i F-bilar	69
5.5.3 THI i F-bilar	70
5.5.4 Koldioxid i F-bilar	71
<b>5.6 N-bilar</b>	<b>72</b>
5.6.1 Temperaturutveckling	72
5.6.1.1 Sammanfattning av temperaturutveckling i N-bil	74
5.6.2 Relativ fuktighet	74
5.6.3 THI i N-bilar	75
5.6.4 Koldioxid i N-bilar	76
<b>5.7 K-bilar</b>	<b>76</b>
5.7.1 Temperatur, fuktighet och koldioxid	76
5.7.2 THI i K-bilar	79
<b>5.8 Intensivstudier under lasting och transport, vinter</b>	<b>79</b>
<b>5.9 FN-bilar</b>	<b>79</b>
5.9.1 Temperaturutveckling	79
5.9.2 Relativ fuktighet FN-bil	82
5.9.3 THI i FN-bilar	83
5.9.4 Koldioxid i FN-bil	83
<b>5.10 N-bilar</b>	<b>84</b>
5.10.1 Temperaturutveckling	84
5.10.2 Relativ fuktighet i N-bil	87
5.10.3 THI i N-bil	88
5.10.4 Koldioxid i N-bil	88
<b>5.11 KS-bilar</b>	<b>89</b>
5.11.1 Temperaturutveckling	89
5.11.2 Relativ fuktighet i KS-bil	90
5.11.3 THI i KS-bil	91
5.11.4 Koldioxid i KS-bil	91
<b>6 DISKUSSION</b>	<b>93</b>



<b>6.1 Material och metod</b>	<b>93</b>
<b>6.2 Analys av transportföljesedlar</b>	<b>94</b>
<b>6.3 Luftrörelsestudie i tomt fordon under körning</b>	<b>95</b>
<b>6.4 Mätningar under lastning och transport</b>	<b>98</b>
6.4.1 Långtidsregistreringar med logger	98
6.4.2 Intensivstudie	98
 <b>7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b>	 <b>105</b>
<b>7.1 Slutsatser</b>	<b>105</b>
<b>7.2 Rekommendationer</b>	<b>106</b>
 <b>8 REFERENSER</b>	 <b>108</b>

---

## SUMMARY

During 2005 more than 73 million broiler chickens were transported between poultry farms and processing plants in Sweden. As the haulage of chickens is performed at any season of the year, the transport vehicles need to be constructed in a way that protects the animals from both heat and cold stress. Previous studies have showed that variations in temperature and humidity are of the major factors influencing welfare of broilers during transport to the processing plants.

The aim of this study was to characterize the thermal environment which broiler chickens are exposed to in transport vehicles with three different types of ventilation systems. As a result, recommendations on how to improve the conditions in the vehicles were expected to be given. The investigated types of transport vehicles were:

- Mechanically ventilated vehicles (lorry and trailer) with fans, in the text referred to as “F-vehicles” at a processing plant of Kronfågel, Sweden. Fans were turned off at ambient temperatures below 10°C (winter configuration), and then referred to as “FN-vehicles”. Average live weight of broilers: 1.7 kg.
- Naturally ventilated vehicles (lorry and trailer) at a processing plant of Kronfågel, Sweden. Referred to as “N-vehicles”. Average live weight of broilers: 2.4 kg.
- Tarpaulin vehicles from a processing plant of Danpo, Denmark. During summer referred to as “K-vehicles”. During winter driven as closed vehicles, and then referred to as a “KS-vehicles”. Average live weight of broilers: 2.6 kg.

The Swedish vehicles were investigated by long term studies, intensive studies and internal air flow pattern studies. Long-term studies were made by analysis of transport documentations continuously filled out by the individual driver over 12- and 6 months periods for FN- (approx. 1900 transits) and N-vehicles (approx. 500 transits), respectively. The transport documentations contained information about driver, site of production, loading staff, time of catching, loading and transport, number of broilers transported, number of chickens dead on arrival (after lairage) and climatic conditions with external and internal temperatures during transport. The concentrated studies were based on measurements of temperature, relative humidity (RH) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in containers during transport. Twenty three transports were followed from the sites of production to the processing plants. The studies were performed during both summer (June - August 2006) and winter (December 2006 - February 2007). As a reference to the micro-environmental studies, internal air flow pattern dynamics and velocity in empty F-/FN- and N-vehicles were measured. Due to the open configuration of the tarpaulin vehicles, air flow patterns and air velocity were not measured.

The long term investigation of F- and FN-vehicles showed an average annual broiler mortality of 0.14%. There was no correlation with the ambient temperature ( $R^2 < 0.02$ ), yet a small increase in mortality was found during the warm summer months when temperature exceeded 20°C. Based on the six months study from April to October 2006,

the N-vehicles had an average of 0.39% mortality. An effect of the ambient temperature on mortality was not found for N-vehicles ( $R^2 < 0.03$ ). The observed journeys lasted between 30 min - 2.5 hours during the summer months and between 40 min. - 3.5 hours during the winter months. The F-/FN and N- vehicles had both driving times down to 30-40 minutes while the K-/KS- transports lasted 2.5 hours at the shortest. Despite the type of vehicle, no effect of journey time on mortality was found ( $R^2 < 0.04$ ). This is in agreement with other studies, which have shown no significant effects on mortality in journeys lasting up to three hours. A strong correlation between ambient temperature and temperature in the vehicle was found for both F- /FN- and N-vehicles with correlation values of  $R^2 = 0.89$  and  $R^2 = 0.66$ , respectively. The average dead on arrival varied between breeders and even between the different chauffeurs of the vehicles. The variation of dead on arrival between different breeders and chauffeurs was higher for the N-vehicles, ranging from 0.1-1.53% and 0.18–0.51%, respectively. For broilers carried on F-/FN-vehicles, the dead on arrival varied between 0.04-0.29% and 0.11-0.35%, respectively for breeder and chauffeurs. Other authors referring to studies of poultry transport have also found similar effects depending on different breeders and chauffeurs. Furthermore, a higher broiler live weight has shown to increase the mortality.

During the intensive studies the data loggers measuring temperature and relative humidity were distributed at different locations in the vehicles. Depending on logger availability, three to four loggers were placed in the upper and lower containers at the front and rear part of the lorry. In the trailer, five to six loggers were located at the upper and lower front, middle and rear part. Six loggers were used in the K-/KS-vehicles. The data loggers were fixed to the innermost sides of the containers to record the central parts of the vehicle. One logger measuring CO<sub>2</sub> was placed in each part of the vehicle (lorry + trailer). Temperature loggers measuring ambient temperature were fixed lengthwise on both sides of the vehicle. All loggers were sampling every 60 seconds.

In general the container temperatures were increasing with higher ambient temperatures. At a high ambient temperature the temperature in the containers was closer to the ambience, than at lower temperatures. The relative humidity in the containers was decreasing with increasing temperature, although with some fluctuations between containers. During the winter period there was a high correlation between ambient humidity and relative humidity in the containers. Containers at certain locations in the vehicle seemed to be poorer ventilated than others, thus always keeping the highest temperatures.

A Temperature Humidity Index (THI) was calculated to evaluate the thermal strain on the broilers during transport. A  $THI \leq 74$  is classified as normal and reaches levels of warning when exceeding 79. Ambient THI and THI in the containers were strongly correlated. However, large variations were found between different containers as several containers could hold a THI above 80 at ambient THI of 60. The variations showed that THI was highly dependent on the location of the containers, and thereby descriptive of the different microenvironments within the vehicle. Due to shifting external temperatures and routines of loading the different types of vehicles should be separately evaluated to assess the possibilities of keeping a proper thermal environment at different locations of the transport vehicle.

The **F-/FN-vehicles** had 10 containers in the lorry and 20 containers in the trailer. Each container had ten drawers in two modules of five drawers and carried about 400 broiler chickens with a body weight average of 1.7 kg. This provided approximately 225 cm<sup>2</sup> per kg, which is over the requirements of 160 cm<sup>2</sup>/kg stated by the EU-regulation. All four sides of the drawers were made of steel netting, to facilitate ventilation through the cages. The front part of both lorry and trailer had three pressure fans installed at the top. The airflow was approximately 4m<sup>3</sup>/h and chicken, both theoretically and measured. Air was forced in through the pressure fans, streaming along the ceiling over the containers, went down at the vehicle's rear end and back through the containers in a forward direction. The air went out from the vehicle through vertical openings in the sidewalls and floor. As mentioned above, the fans were turned off at ambient temperatures below 10°C.

Transports with F-vehicles were performed at ambient temperatures between 14°C and 31°C. The fans were turned on before loading and the vehicle was opened and loaded from one side. The increase in temperature was highest during loading, with an average of 0.2°C/min during summer. In addition to seasonal influences, the temperature development was dependent on loading routines, as earlier loaded containers had the highest risk of increasing temperatures. The internal air movements bringing the warmed-up air forward, without additional fresh air from the sides or the lower openings, made the front containers stay warm throughout the whole journey. The containers furthest back were efficiently cooled off after the sides were closed and the fans could work optimally, even when the containers were early loaded. The concentration of CO<sub>2</sub> was 500-2500 ppm during loading and approx. 1000 ppm during transport. Measurements during summer showed that several containers reached THI=80, which is considered as a level of warning and could even reach THI=84, which is classified as an acute dangerous level for animals' health. It was found that THI in the lorry could be held below 79 by loading it back to front. The trailer remained warm and humid regardless of loading routines, especially the containers in the middle.

Transports during winter with FN-vehicle were performed at external temperatures between 7°C and 11°C. Internal air movements were practically the same as during summer, but in lack of overpressure the side openings at the back of the lorry and the front end of the trailer became air inlets. During loading the increase in temperature was highly variable and sometimes as high as 0.4°C/min. As seen in the N-vehicles the temperature in the containers was increasing during driving, as a result of insufficient ventilation. Temperatures reached 35°C in the containers at the rear, upper end of the trailer. This was found at ambient temperatures of only 9°C when the containers were loaded from front to back. The same transport had differences in temperatures up to 14°C between the coolest and the warmest container. In the lorry THI was at an acceptable level, while the trailer had THI levels exceeding 79, at ambient THI of 50 (e.g. 10°C and 95% RH). CO<sub>2</sub> – levels were 3-4000 ppm at loading and 2000 ppm during transport.

The F-/FN-vehicles are apparently not constructed to work properly without the fans going as the container climate becomes unpredictable and unstable. To reduce the heat stress of the broilers, the vehicles should both during summer and winter be loaded from rear to front.

The **N-vehicles** consisted of 12 containers in the lorry and 20 containers in the trailer, each holding eight drawers. Three sides were made of plastic netting and one side was whole and made of tin, which had a narrow gap up to the adjacent drawer to facilitate air flow. Every container held 250-260 broilers with an average body weight of 2.3 kg, providing approx. 200 cm<sup>2</sup> per kg. There are adjustable openings in the lorry front board mainly acting as air inlets. There was no speed generated air flow backwards over the containers, thus all internal air movements were directed forward. Adjustable horizontal side openings were located at three different heights lengthwise of the vehicle, in line with the bottom or just above the containers. In the lorry air went out in the front side openings and entered in the rear central and rear side openings. The measurements of CO<sub>2</sub> showed how air came in through the rear side openings of the lorry (500 ppm) and left through the front side openings (1500 ppm). In the trailer the air went in through the front board openings adjacent to rear end and was there directed downwards and continued forward through the containers. Some trailers had an air baffle over the second column of containers which would stop the air from streaming backwards along the top of the containers but force air to stream forwards. Along the sides of the trailer the air came in through the front and back openings and out through the middle openings. Also in the holes in the rear board air was flowing out.

During summer the transports took place at ambient temperatures of 14°C - 22°C. Both sides were open during loading and still the same increase in temperature during loading was seen as described for the F- and FN-vehicles. This might be explained by the fact that the temperature was measured in the central parts of the vehicle, where the cross-ventilation is at the lowest. However, CO<sub>2</sub> – levels were lower in the N-vehicles during loading, which shows the importance of keeping both sides of the vehicle open. The temperature in the containers was in many cases continuously rising throughout the journey, regardless of loading practice. The temperature reached its highest levels in the containers at the lower central parts in the trailer, even when late loaded. During summer THI in the lorry never exceeded 77, while THI in certain parts of the trailer could reach 85, which is an acute dangerous level. CO<sub>2</sub> – levels were both during loading and transport 500-1500 ppm, however the levels could reach up to 4000 ppm after closing the sides and the vehicle was standing still.

During winter the investigations of journeys were done at ambient temperatures between -6°C and 2°C. The horizontal openings in front and along the sides were adjusted to reduce air flow. During loading, the temperature increased with 0.2-0.5°C/min regardless of loading routines but dependent on container location. The temperatures in the containers at the front part of the lorry and the central part of the trailer kept increasing during the transport. At the lower back part of the lorry and the upper front and back of the trailer the temperatures were decreasing. After a 3.5 h drive at an ambient temperature of 0°C, the containers at the rear, upper end of the trailer only held 8°C. At the same time the temperature in the central, lower container of the trailer was 26°C. The distribution of temperature in the lorry, being warm at the front and cold at the back, is logic with regards to how the air enters and is in agreement with other studies of naturally ventilated vehicles. The trailer had highest temperatures at the lower and the upper middle parts. The lowest temperatures were found at the upper front and back of the trailer. The low temperatures measured in the upper front containers do not agree with previous studies of naturally ventilated vehicles. One explanation could be that the trailer was constructed to be slightly higher than the lorry, making the front

board air inlets very efficient. Temperatures were even during summertime relatively low at the upper front part of the trailer. The levels of THI at different places in the lorry confirm how air enters, as large proportions of air enters from the rear end and only a small amount of air comes through the front side vents. The THI was below 60 in the containers furthest back of the lorry, where the temperature was low. At the front part of the lorry THI was normal. The THI in the trailer was acceptable and stable, but due to low temperatures in the upper front and back containers there were observations where THI was very low.

CO<sub>2</sub> – levels were between 2000-3000 ppm during loading, and decreasing to 2000 ppm during driving. This indicates a lower internal air flow than during the summer.

The study of **K-vehicles** was performed at ambient temperature of 30°C. The vehicles had 22 containers, each containing around 230 broiler chickens distributed in 12 drawers. At summer temperatures, the sides were open even during transport, leaving air to move freely across the containers. The temperatures were very constant in the vehicle and CO<sub>2</sub>– levels were only 600 ppm. During one of the transports the average temperature in the vehicle was 1°C lower than the ambient temperature, presumably as a result of evaporative cooling of the air due to evaporations from the broiler faeces. The container climate was on the whole very close to the ambient climate.

The study of **KS-vehicles** was made at ambient temperatures of 5-7°C. The broilers had a lower body weight than during the summer, i.e. 2.3 kg. The vehicle was kept open during loading and closed with the tarpaulins during transport. During loading the average increase in temperature in the containers was 0.23°C/min. The temperature was stabilizing between 15°C-18°C during transport, with no correlation to loading temperatures. In general, the upper part of the vehicle had higher temperature variations than the lower part. The lowest average temperature was measured in the central, upper part of the vehicle where containers were 4°C-5°C cooler than the other containers. One of the vehicles studied had high variations in temperature ranging from 11°C to 27°C, where the coolest containers were so effectively ventilated, that temperature fell to 4°C. These containers were located at the rear, upper end of the vehicle. The warmest containers were low placed closed to the front board and in the middle parts of the vehicle.

Kettlewell & Mitchell (1993) investigated the thermal climate in closed tarpaulin vehicles during wintertime (10°C and 85% RH). They described the same tendencies of a poor climate in the frontal parts of the vehicle, with an average temperature and a relative humidity ratio of 25°C:65%. The ratio was even here declining to 15°C:80% at the rear part of the vehicle. The authors considered the thermal conditions in a covered tarpaulin vehicle to be inadequate, above all due to the inadequate ventilation at the front part. In the current experiment the main concern is more focused on the parts of the vehicle where containers apparently were cooled off too much. Furthermore, the construction of the vehicle offers small possibilities to adjust the ventilation.

## Conclusions

In an international perspective, the mortality of broilers during transport in Sweden is low. However, variations due to season, breeder, chauffeur and type of vehicle and container show that modifications could be done to lower the mortality as well as to improve the thermal comfort of the animals.

The internal air flow in the vehicle during driving in warm temperatures is adequate for all types of vehicles in this study. During the winter the internal air flow is too low in FN-vehicles at ambient temperatures of 3°C-10°C and too high in KS-vehicles at temperatures below 7°C. In all types of vehicles apart from the K-vehicle the temperature and humidity is very variable, especially in the trailer. It is therefore difficult to identify a certain place that is characteristic for the vehicle's internal environment. The average values from several measurements can hide large deviations.

The varying climate between different places in the vehicle can be explained by where and how the air enters and by the internal air movements. In a naturally ventilated vehicle in motion the air enters through the rear ventilation openings at the sides and leaves through the front side openings. The air can enter through the front board but can also leave from there, dependent on how the vehicle is constructed. In the trailer the air enters at the upper part of the front board and through the front side openings. At the rear part of a long trailer the air enters and leaves through the middle side openings and the back board. This is decisive for the distribution of temperature and THI in N-, FN- and KS-vehicles. The containers will be warm and humid in the lower front part of both lorry and trailer and even in the central parts of the trailer. In general there are higher variations in temperature and THI in the trailer than in the lorry.

Inside the containers there is always a forward air movement. The flow of this air is highest in F-vehicles, partly because it is forced by the fans and also because all four walls in the containers are of steel netting. In the N-vehicles the air velocity in the drawers is lower than in F-vehicles. This is because one wall of the drawers is whole and reduces the air flow. To improve the circulation of air, the whole side should be replaced with a netting side.

In both F- and N-vehicles the air velocity over and at the sides of the containers is clearly higher than the velocity through the containers. The air changes in the containers is therefore mainly through ejection at the gables of the containers. This effect is in particular found in N-vehicles where the container temperature can be up to 5°C lower at the walls facing out to the sides of the vehicle than at the walls facing inwards. To achieve a higher internal air change in the containers the air should somehow be forced into the drawers in both F- and N-vehicles.

## Recommendations

**Chauffeur and processing** plant should continuously have a follow up of the transportation documents

**Producer and loading personnel in the chicken house** should check that only chickens fit for transport are loaded and number of chickens per drawer is below the permitted number and rather less during warm days

**The vehicles** air distribution can be improved and the thermal conditions for the chickens by:

#### **F- and FN-vehicles**

- Load lorry and trailer from rear to front.
- Install fans with automatic air flow control to make year around use possible
- Consider pressure fans with air distribution equipment in the front end of one side wall both lorry and trailer and even in the middle of the trailer.

#### **N-vehicles**

- Drawers should have net walls in all four sides
- Load with both sides open to facilitate cross ventilation
- Install air guiders in the forward and centre vent openings
- During cold season reduce rear vent openings in both lorry and trailer
- During cold season reduce trailer front board openings.
- During cold season DO NOT REDUCE forward and centre vent openings

#### **K-vehicles**

- During the warm season don't change anything

#### **KS-vehicles**

- Use insulated walls with vent openings = N-vehicle
- Convert to F-vehicle with temperature controlled air distribution system



## SAMMANFATTNING

År 2005 transporterades mer än 73 miljoner slaktkycklingar från uppfödare till slakteri i Sverige. Transporterna sker kontinuerligt under hela året. Detta innebär att transportfordonen skall kunna skydda djuren från nedkylning vintertid och kunna förhindra att djuren lider av för höga temperaturer sommartid. Enligt tidigare studier är det hög temperatur och relativ fuktighet under transporten som har det största inflytandet på djurens välfärd.

Denna studie syftar till att öka kunskapen om möjlig påverkan på slaktkycklingarnas välfärd under transport och föreslå åtgärder som kan förbättra för djuren. Tre olika typer av fordon för transport av slaktkyckling undersöktes:

- Fordon (bil och släp) med fläktventilation – övertryck.  
Kronfågels slakteri, F-bil.  
Under vintern med fläktar avstängda, FN-bil.  
Kycklingvikt 1,7 kg
- Fordon (bil och släp) med naturlig ventilation.  
Kronfågels slakteri, N-bil.  
Kycklingvikt 2,4 kg
- Fordon (trailers) med helt öppna sidor ”Kapellbilar”  
Danpos slakteri i Danmark, K-bil.  
Under vintern med sidorna täckta av kapell, KS-bil.  
Kycklingvikt 2,4 kg

För de svenska transporterna genomfördes analys av transportföljesedlar för 12 månader vid slakteriet med fläktbilar (ca 1900 transporter) och för 6 månader (sommarhalvåret) vid slakteriet med naturligt ventilerade bilar (ca 500 transporter). För att få bakgrund till mätningar med bilarna lastade med kycklingar gjordes luftrörelsestudier i transporter utan djur i de mekaniskt och naturligt ventilerade fordonen. Mätningar gjordes av temperatur, luftfuktighet och koldioxidhalt i samtliga tre olika typer av fordon med djur i under sommar- resp. vinterhalvåret. Mätningar gjordes på totalt 23 transporter med kycklingar.

Analysen av transportföljesedlarna visade att transportdödligheten för F- och FN-bilar var 0,14 % på årsbasis. Inget samband mellan temperatur kunde påvisas ( $R^2 < 0,02$ ). Det finns en liten risk för enstaka transporter med förhöjd dödlighet när utetemperaturen är över 20°C. För N-bilar var transportdödligheten 0,39% från april till oktober 2006. Ingen korrelation med utetemperaturen kunde påvisas ( $R^2 < 0,03$ ). Körtiderna varierade från 30 minuter till över 3 timmar, men inget samband kunde påvisas mellan körtid och dödlighet ( $R^2 = 0,04$ ). Utländska studier har inte heller visat på något inflytande på dödlighet upp till 3 timmars körning. Det fanns ett mycket starkt samband mellan utetemperatur och temperatur mätt inne i skåpet. För F- och FN-bilar var  $R^2 = 0,89$  och för N-bilar var  $R^2 = 0,66$ . Resultaten visar på en stor variation i medeldödlighet mellan olika uppfödare och olika chaufförer. Störst var variationen bland uppfödare och

chaufförerna med N-bilar där medeldödligheten varierade mellan 0,10-1,53% resp. 0,18-0,51%. För uppfödare och chaufförer med F-/FN-bilar varierade medeldödligheten mellan 0,04-0,29% resp. 0,11-0,35%. I utländska undersökningar har liknande skillnader mellan uppfödare och chaufförer förekommit och även att ökad vikt ökar dödligheten. För analys av orsakerna till skillnaderna mellan såväl uppfödare som chaufförer skall noga dokumenteras hur många levande djur som lastas i containerlådorna.

Mätningar under lastning och körning genomfördes under juni-augusti 2006 samt december 2006 till februari 2007. Loggrar för registrering av temperatur och relativ fuktighet placerades i mitten av containrarna när de lastades. I bilen användes 3-4 loggrar och 5-6 loggrar blev fördelat i släpet. I K-bilar användes 6 loggrar. CO<sub>2</sub> registrerades på en plats i bil och släp. Uteklimatet registrerades med loggrar placerade under vardera långsidan på släpet/trailern. Registrering skedde en gång per minut.

Temperaturen i containrarna stiger med stigande utetemperatur. Vid en hög utomhustemperatur är skillnaden mellan containertemperaturen och utomhustemperaturen lägre än vid en låg utomhustemperatur. Relativa fuktigheten i containrarna sjunker med stigande containertemperatur, men variationerna är stora. Under vintern finns det ett tydligt samband mellan relativa fuktigheten ute och i containrarna.

THI (Temperature Humidity Index) har använts för att karaktärisera den termiska belastningen på kycklingarna. Det finns ett mycket starkt samband mellan medelvärdet för THI i fordonet och utomhus. Det finns emellertid mycket stora skillnader inom en körning. Många containrar har haft THI över 80 redan när THI varit 60 utomhus, se Figur 47. Medeltal för temperatur och THI från flera containrar under körningen är därför ett okänsligt mått att beskriva förhållandena i bil och släp eftersom det finns mycket stora skillnader mellan olika platser i fordonet. För att bedöma möjligheterna att hålla ett bra klimat måste varje biltyp bedömas för sig med avseende på de termiska förhållandena på olika platser skåpet (bil och släp) och hur den termiska miljön utvecklas vid olika uteklimat och olika lastningsrutiner.

I **F-bilarna** är det 10 containrar i bilen och 20 i släpet. Varje container rymmer ungefär 400 slaktkycklingar med en vikt på ungefär 1,7 kg, dvs. 225 cm<sup>2</sup>/kg. Alla sidorna är av metallnät. Endast vänstra sidan av fordonet kan öppnas för lastning. I framstammen på bilen och släpet sitter tre tilluftsfläktar högst upp i frontstammen som trycker in luften i skåpet. Både teoretiskt och uppmätt luftflöde var ca 4 m<sup>3</sup>/tim och kyckling. Luften strömmar bakåt över containrarna, ner längs bakstammen och framåt genom containrarna. Fläktarna är igång då utomhustemperaturen är över 10°C. Luften går ut genom de lodräta luftöppningarna som sitter i fordonets långsida och öppningar i golvet.

I **F-bilar** utfördes transporter vid utetemperaturer mellan 14 och 31°C. Temperaturökningen i containrarna sker främst under lastning. Ökningen varierar men är omkring 0,2°C/min under sommaren och dubbelt så hög under vinter. I F-bil är fläktarna igång vid lastning och sidorna kan stängas när bil resp. släp är färdiglastat. Temperaturutvecklingen i olika delar av skåpet under körning beror på om bil resp. släp lastas framifrån till bak eller tvärtom. Temperaturen i en tidigt lastad container har längre tid att stiga vilket resulterar i att tidigt lastade containrar även kan få en högre temperatur under körningen. Längst fram blir det varmest pga. att de interna

luftströmlarna för den varma luften framåt och att ingen uteluft tillförs i den undre delen av framstammen eller genom sidoöppningarna. Tillförsel av uteluft gör att temperaturen sjunker i de tidigt lastade containrarna bak i fordonet när sidorna stängs och fläktarna kan verka fullt ut. CO<sub>2</sub>-halten varierar mellan 500 till 2500 ppm under lastning och är ca 1000 ppm under körning.

Under sommaren får många containrar THI=80 (varning) och enstaka tom THI=84 (akut fara). I själva bilen kan man undvika THI över 79 genom att lasta bakifrån till fram. I släpet blir det oavsett lastningsordning oerhört varmt och fuktigt. THI kan bli 84, dvs. akut fara i de undre containrarna i mitten.

I **FN-bilar** utfördes transporter vid utetemperaturer mellan 7 och 11°C. Luftströmlarna inne i skåpet är i stort sätt de samma som i F-bilar, men pga. avsaknad av skapat övertryck blir bilens bakre och släpets främre sidoöppningar tilluftsdon. Under lastning varierar temperaturökningen som ibland kan vara mycket snabb och hög, 0,40°C/min. I likhet med N-bilar sker dessutom en temperaturökning i FN-bilar under körning pga. otillräcklig ventilation i vissa delar. Detta kan medföra mycket hög temperatur (35°C) i en container längst bak uppe i släpet och som är lastad sist, trots att det endast är 9°C ute. Det blir stora temperaturskillnader både i bil (3-5°C) och i släp (6-9°C). Vid samma körning kan det skilja 14°C mellan den kallaste och varmaste containern. I bilen blir THI alltid tillfredställande medan det i släpet kan bli över 79, när THI ute är omkring 50 (t.ex. 10°C och 95%). CO<sub>2</sub>-halten är 3-4000 ppm vid lastning och 2000 vid körning. Eftersom FN-bilen inte är utformad för att fungera väl utan att fläktarna går och öppningarna i långsidorna inte utformade för att fungera som tilluftsdon, blir luftflödet för lågt och tilluften inte rätt fördelad. Detta medför att klimatet i skåpet blir ojämnt.

**F- och FN-bilar** bör lastas bakifrån till fram för att totalt minska värmestressen på djuren.

I **N-bilar** har bilen 12 och släpet 20 containrar. Containrarna är fyra lådor höga. Lådorna har tre sidor av plastnät och en av plåt. Varje container innehåller 250-260 slaktkycklingar med en vikt på cirka 2,3 kg dvs. 225cm<sup>2</sup>/kg. I framstammen på bilen och släpet sitter reglerbara frontdon. Under lastningen är båda sidorna helt öppna för att öka luftutbytet.

I N-bilen går luften in i större delen av öppningarna i bilens framstam. Det finns ingen fartgenererad luftström bakåt ovanför containrarna, utan luften rör sig framåt. All intern luftström genom containrarna är framåt. Fordonet har vågräta justerbara luftöppningar på tre olika höjder längs sidorna. Öppningarna är i höjddled placerade under botten av eller över containrarna. I bilen går luften ut i de främre och till största delen in i de mittersta och i de bakre öppningarna. CO<sub>2</sub>-mätningar i bilen illustrerar tydligt att tilluft kommer in bak i dragbilen (500 ppm) och går ut i den främre delen (1500 ppm).

I släpet går luften in genom frontdonen och fortsätter bakåt över containrarna, ner längs bakstammen och strömmar därefter framåt genom containrarna. Om det i N-släpet fanns en luftriktare i taket efter fack 2, blev det ingen luftström bakåt ovanför containrarna utan luftriktningen blev framåt. På släpets yttresidor går luften till största delen in genom de främre, ut genom de mittersta och in genom de bakre öppningarna. I bakstammen går luften ut genom de hål som finns där.

I **N-bil-sommar** utfördes transporter vid utetemperaturer mellan 14 till 22°C. Temperaturökningen under lastningen var den samma som i F-bilar och någon minskning pga. tvärventilation kunde inte registreras. En förklaring kan vara att temperaturen mäts i mitten där effekten av tvärventilation är begränsad. Dock visar CO<sub>2</sub>-mätningarna att luftutbytet är bättre under lastningen jämfört med F-bilarna. Mätningarna visar på vikten av att inte ha fordonets sidoväggar stängda när fordonet står still, då detta leder till en kraftig ökning av CO<sub>2</sub> från 1500 ppm till 4000 ppm. I N-bilarna ökar temperaturen på vissa platser även under körning. Lastningsordning har inte samma inflytande på temperaturen i sent resp. tidigt lastad container som i F-bilar. Temperaturen blir högst nere i mitten av släpet även i sent lastade containrar. I bilen var THI aldrig över 77 under sommaren. Nere i mitten av släpet kan däremot THI nå 85 dvs. akut fara. Även i resterande bakre delen av släpet är THI högt. Detta visar klart på otillfredsställande ventilation i släpet.

CO<sub>2</sub>-halten under både lastning med öppna sidor och under körning är mellan 500 till 1500 ppm, dvs. klart under gällande gränsvärde för djurstallar, 3000ppm.

I **N-bil vinter** utfördes transporter vid utetemperaturer mellan -6 till +2°C. För att minska luftflödet minskas ventilationsöppningarna i framstam och i sidorna. Vid lastning stiger temperaturen mellan 0,2 - 0,5°C/min. Det finns inget samband mellan när containern lastats och temperaturen efter en tids körning. Avgörande är VAR containern är placerad. Temperaturökningen fortsätter efter start av körning i containrar längst fram i bilen och i mitten av släpet. Temperaturen sjunker under körning längst bak nere i bilen samt i släpet uppe längst bak och längst fram. Efter 3,5 timmars körning kan temperaturen uppe bak i släpet vara 8°C när det är 0°C ute. Samtidigt är det 26°C i containern i mitten nere i släpet. Vid kort körtid, 30 – 40 min stiger temperaturen i hela skåpet fram till ankomst till slakteriet. Temperaturfördelningen i bilen med varmt fram och kallt bak är logisk med hänsyn till hur luft kommer in och stämmer med andra undersökningar av naturligt ventilerade fordon. I släpet är det varmast nere och i mitten uppe. Kallast i släpet är det uppe fram och bak. Den mätta temperaturen uppe längst fram stämmer inte med andra undersökningar av naturligt ventilerade fordon. En förklaring kan vara att släpet är något högre än bilen och öppningarna i framstammen därigenom blir mycket effektiva. Även under mätningarna sommartid är det relativt låg temperatur uppe längst fram. THI i olika delar av bilen konfirmerar hur luften kommer in, med mycket luft in längst bak i bilen och lite luft längst fram. THI längst bak och nere i bilen är under 60 pga. att temperaturen är låg. Längst fram både uppe och nere är THI normal. Släpet har jämnare THI, men uppe längst fram och längst bak finns observationer med mycket lågt THI pga. att temperaturen endast var 10°C.

CO<sub>2</sub>-halten under lastning ligger mellan 2000 till 3000ppm. Under körning sjunker den ned till 2000 ppm. Detta indikerar ett klart lägre luftflöde än under sommaren.

**K-bilarna** undersöktes när det var det 30°C ute. Trailern på K-bilar har totalt 22 containrar. Varje container är fyra lådor hög och innehåller totalt 12 lådor med sidor av plastnät. Varje container rymmer ungefär 230 slaktkycklingar med en vikt på cirka 2,8 kg. Luften passerar fritt genom containrarna eftersom fordonets sidor är helt öppna under sommarhalvåret. Temperaturen i containrarna både i längd- och höjddled var mycket jämn under körning. Att luftväxlingen i containrarna i K-bilar är mycket god styrks även av att CO<sub>2</sub>-halten endast är 600ppm. Under en av körningarna var medeltemperaturen i containrarna ca 1°C lägre än utetemperaturen. Troligaste orsaken

är evaporativ kylning av uteluften pga. av avdunstning från träck. Evaporativ kylning innebär att entalpi överförs från torr luft till vattenånga genom avdunstning från fuktiga ytor eller vattendroppar. Därmed sänks den torra temperaturen.

Trots att THI ute är 78 har inget högre värde registrerats i containrarna under körningarna. Resultaten visar på en oerhört effektiv ventilation i K-bilar som körs med helt öppna sidor och helt i överensstämmelse med Kettlewell & Mitchell (1993) som skriver att det är en negligerbar skillnad mellan klimatet ute och det i containrarna överallt i fordonet under körning.

**KS-bilarna** undersöktes när det var 5-7°C ute. Långsidorna var täckta med presenning under körning. Temperaturhöjningen under lastningen är normal 0,23°C/min och fortsätter även i sent lastade containrar. Under körningen stabiliserades temperaturen i containrarna som samtliga hade mellan 15 - 18°C i medeltemperatur under körningen. Något samband mellan lastningstemperatur och temperatur under körning finns inte. Temperaturvariationer mellan 11°C och 27°C i en och samma container finns under körning. Kallast kan det bli längst bak uppe som vid vissa tillfällen kan ha sådan kraftig ventilation att temperaturen endast blir 4°C över utetemperaturen. Lägst medeltemperatur under körning finns högst uppe i mitten av bilen där det blir 4-5°C kallare än temperaturen i övriga mätta containrar. Varmast är det nere fram och i mitten.

Kettlewell & Mitchell (1993) har undersökt klimatet i KS-bilar under ”vinter” (10°C och 85%). De redovisar en mycket tydlig sjunkande temperatur- och fuktighetsgradient från 25°C/65% längst fram till 15°C/80% längst bak. Klimatet var alltså sämst strax bakom framstammen, dvs. samma som i denna studie. De fann emellertid att den kallaste delen av bilarna var längst bak medan de danska kapellbilarna var kallast uppe i mitten. Författarna anser med stöd från sina resultat att det termiska klimatet i täckt kapellbil (KS-bil) inte är tillfredställande, framförallt pga. av den dåliga ventilationen längst fram. I vår undersökning av KS-bilarna är det snarare risken för att det blir för kallt på vissa platser som gör att stor tveksamhet råder. Möjligheterna att reglera ventilationen är också mycket små med den utformning som kapellet har.

## Slutsatser

Transportdödligheten hos slaktkyckling är i ett internationellt perspektiv låg i Sverige. Dock finns det variationer pga. årstid, uppfödare, chaufför och typ av bil och containrar, som pekar på att det går att göra förändringar som kan sänka dödligheten och förbättra djurens termiska komfort.

Luftflödet som behövs under körning i varm väderlek har varit tillräckligt för samtliga biltyper. Under vinter har FN-bil för lågt luftflöde vid 3-10°C ute och KS-bil för högt flöde vid temperaturer under 7°C ute. I alla biltyper, utom K-bil på sommaren, varierar temperatur och fuktighet mycket inom skåpet och speciellt i släpet. Det är därför svårt att hitta en representativ plats i skåpet på en djurtransportbil som ger en rättvisande bild av temperatur och fuktighet. Medelvärde från flera mätpunkter kan dölja stora variationer.

Skilnaderna i klimat mellan olika platser i skåpet kan förklaras av var och hur tilluften kommer in och av de interna luftströmlarna i skåpet. I ett fordon med naturlig ventilation som kör kommer luften in genom öppningar i bakre delen av långsidan och går ut genom främre öppningar. I framstammen kan luft gå in, men också ut beroende på hur fronten på bilen är utformad. I släpet går luft in i övre delen av framstammen och främre delen av långsidorna. I den bakersta delen av ett långt släp kommer luft in och i mitten på långsidan och i bakstam går luft ut. Temperatur- och THI fördelning kommer helt att styras av detta i N- FN- och KS-bilar. Det blir varmt och fuktigt nere och framme i både bil och släp och nere i mitten på släpet. Släpet har större variationer i temperatur och THI än bilen.

Inne i containrarna finns alltid en luftström framåt. Flödet i denna luftström är störst i F-bilar beroende dels på att fläktarna skapar den, dels på att containerväggarna består av metallnät. I N-bilarna är lufthastigheten i lådorna lägre än i F-bilar. Det beror på att den vägg i lådorna i N-bilarna som vätter bakåt är nästan helt tät. Därför bör den täta väggen bytas till nätvägg så att luftcirkulationen förbättras.

I både F- och N-bilar är lufthastigheten över och vid sidan av containrarna betydligt högre än den genom containrarna. Luftutbytet i containrarna sker därför till stor del troligen genom ejektorverkan i gavlarna av containrarna. Speciellt i N-bilar är denna effekt tydlig, där kan det vara upp till 5°C svalare vid den yttre lådväggen, dvs. mot fordonets långsida än i mitten. Om man eftersträvar ett större luftutbyte inuti containrarna måste luften på något sätt forceras in i lådorna i både F- och N-bilarna.

## **Rekommendationer**

### **Chaufför och slakteri**

För att kontinuerligt följa upp transportdödlighet och kunna vidtaga åtgärder för att sänka den skall

- chaufför och slakteri fortsätta att se till att transportföljesedlarna fylls i noggrant och konsekvent för varje transport
- slakteriet fortsätta ha regelbundna återkopplingar med chaufför och uppfödare för att förbättra lastningsrutiner
- transporter i om möjligt ske under natt eller tidiga morgnar under sommarhalvåret

### **Uppfödare och lastningspersonal i stallet**

För att minska och rättvist kunna redovisa och jämföra siffror på transportdödlighet skall

- endast levande djur i god kondition lastas
- gällande bestämmelser ang. högsta beläggning i lådorna inte överskridas och helst vara lägre under varma dagar.

## Bilarna

Luftflödet per kyckling är eller kan bli tillfredställande i samtliga biltyper. Detta visas bl.a. av CO<sub>2</sub> mätningarna. Problemet i fordonen är luftfördelningen till olika platser/containerar. Det är endast K-bilarna som har en tillfredställande luftfördelning till samtliga containrar.

**I F- och FN-bilar** medför de interna lufrörelserna och avsaknad av tilluft till de främre containrarna i både bil och släp samt de undre i mitten av släpet att temperaturen kommer att bli betydligt högre på dessa platser än i resten av fordonet, se Figur 30. Förbättra luftfördelningen och jämna ut klimatet genom att:

- lasta bil resp. släp bakifrån till fram. Därigenom blir det inte så varmt i de främre containrarna.
- ha automatiskt temperaturreglering av kapaciteten hos tilluftsfläktarna så att de kan användas året runt
- ha stort flöde när det är hög relativ fuktighet ute under den kalla årstiden
- tillföra uteluft i containerhöjd från framstammen i både på bil och släp
- tillföra uteluft med hög hastighet riktad bakåt utefter långsidorna.
- överväga tilluftsfläktar med luftfördelare på främre delen av långsidorna på bil och släp och även på mitten av släpet.

## N-bilar

Under körning innebär de naturliga tryckförhållande runt bilen ojämn fördelning av tilluft längs långsidorna eftersom luft endast kommer in i bakre delen. Medan de främre öppningarna tjänar som frånluftsdon liksom öppningar i bakstammen. I släpet finns tilluftsdon i framstammen. De interna lufrörelserna är naturligt framåtriktade och mycket låga pga. den nästan täta containerväggen. Sommartid blir det därför mycket varmare framme i både bil och släp och även nere i mitten av släpet. Vintertid blir det mycket kallt uppe bak i bil och släp samt uppe fram i släp. Förbättra luftfördelning och jämna ut klimatet genom att:

- byta till containrar med nätsidor runt om
- lasta med båda sidorna öppna för genomluftning
- montera luftriktare på de främre och mittersta tilluftsdonen
- under vintern strypa bakre tilluftsdon på både bil och släp
- under vintern strypa tilluftsdon i framstam på släp.
- under vintern INTE strypa främre och mittersta tilluftsdonen

**K-bilar**

Under sommar var temperaturhöjningen i förhållande till utetemperaturen mycket låg och samtliga containrar hade en mycket ensartad temperatur. Därför finns:

- Ingen anledning att ändra på något i K-bilarnas utformning under sommaren.

**Under vinter** med kapellet nere blir det mycket ojämn och okontrollerad ventilation. Inga förslag hur denna situation kan förbättras kan ges annat än att:

- montera isolerade väggar längs yttersidorna (N-bil)
- installera ett temperaturkontrollerat tilluftssystem med fläktar (övertryck) kombinerat med luftfördelningssystem som ger tilluft till containrar även i främre delen av trailern. (F-bil)



---

# 1 INLEDNING

Djurtransporter är idag ett omdiskuterat ämne som med jämna mellanrum dyker upp i media. Stor uppmärksamhet läggs på hela livsmedelskedjan, som granskas av både myndigheter och allmänhet, det vill säga delar som avel, uppfödning, transporter, slakt och livsmedelsförädling (Mitchell och Kettlewell, 2004).

Slaktkycklingsproduktion ökar över hela världen idag och enligt Mitchell och Kettlewell (2004) är lastning och körning av fjäderfä troligen större än av något annat enskilt djurslag. Höga krav ställs på regeringar inom EU framför allt för att förbättra förhållandena för djuren och att skapa tydliga regelverk (Mitchell och Kettlewell, 2004).

I Sverige fanns 10 storskaliga fjäderfäslakterier år 2003 och antalet slaktkycklinguppfödare var ungefär 150 (Jamil, 2003). Exklusive hemslakt slaktades det 73 458 000 slaktkycklingar i Sverige år 2005 (Jordbruksstatistisk årsbok 2006).

För att få mer kunskap inom området transport av slaktkycklingar har Djurskyddsmyndigheten beviljat ett projekt till Institutionen för jordbrukets biosystem och teknik på Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, för att i samarbete med branschorganisationen Svensk Fågel forska inom området. Syftet med projektet är att studera slaktkycklingtransporter för att kartlägga förhållandena och föreslå eventuella förbättringar för att förbättra för djuren.

## 1.1 Syfte och målsättning

Syftet med projektet var att få ökad kunskap om klimatet i fordon med olika typer av ventilation för att transportera slaktkycklingar till slaktslaktkycklingsfordon. Målen med projektet arbetet var att:

- Kartlägga klimatförhållanden i transportbilar av olika utformning under lastning och körning
- Analysera faktorer i samband med lastning och transport för att eventuellt finna samband till dödlighet under transport
- Efter mätningar och analyser föreslå förbättringar i lastnings- och körrutiner, anpassning av ventilation och utformning av containrar för att minska termisk stress för slaktkycklingarna
- Ge förslag för att minska dödligheten vid transport av slaktkyckling från gård till slakteri

I detta projekt studeras slaktkycklingarnas närmiljö från det att första containern sätts på fordonet till det att den sista lastas av på slakteriet. Undersökningen gjordes på tre olika typer av bilar med avseende på ventilationssystem. De två första typerna är de

dominerande i Sverige. Kapellbilar används inte i Sverige men studier gjordes för att få en jämförelse med framförallt den svenska naturligt ventilerade fordonstypen:

- Mekaniskt ventilerade fordon
- Naturligt ventilerade fordon
- Kapellbilar

Kartläggning av klimatförhållandena i djurtransportbilar gjordes dels genom luftrörelsestudier i tomt fordon, dels genom att mäta temperatur, luftfuktighet och koldioxidutvecklingen på ett antal ställen i fordonet under körning med djur. För att få en ökad förståelse om hur dödligheten påverkas av temperatur och lastnings- och körtider så bearbetades ett stort antal transportföljesedlar.

## **1.2 Avgränsningar**

Mätningar gjordes endast under lastning på gården och körning till slakteriet. Intensivstudierna som redovisas i detta arbete gjordes på slaktkycklingar som var maskinellt plockade i stallet.

## 2 LITTERATURSTUDIE

### 2.1 Djurens fysiologi

Höns har en normal kroppstemperatur på 41,7°C. Kroppens värme kan avges genom strålning, ledning, konvektion och avdunstning. Den kan stråla ut och ledas bort från kroppen genom att fågeln öppnar blodkärlen närmast huden och öka temperaturen på kroppens yta. Fjäderfä gör även av med sitt värmeöverskott genom hässjning. Hässjning är en snabb ytlig andning där luft passerar över fuktiga slemhinnor så att vattnet avdunstar vilket gör att blodet kyls. De kan inte avdunsta värme från huden genom att svettas då de saknar svettkörtlar. Vid hög temperatur i omgivningen låter fåglarna sin kroppstemperatur öka med tre till fyra grader. De låter dock inte hjärnans temperatur stiga lika mycket. Vid låg yttertemperatur burrar de upp sina fjädrar för bättre isolering och blodflödet leds bort från huden (Björnhag *et al.*, 1989). En slaktkyckling på 1,7 kg producerar 12 W fri värme och 6,5 g vatten per timme. Motsvarande värden för slaktkycklingar på 2,2 kg är 14 W fri värme och 1,9 g vatten per timme (Svensk standard 951050).

### 2.2 Bestämmelser

De svenska bestämmelser som reglerar transporter för fjäderfä är Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om transport av levande djur DFS 2006:9 saknummer L 5:3 (Jordbruksverket), i fortsättningen kallat ”L5”. Denna version har integrerat EU:s transportförordning nr. 1 2005. Föreskrifterna berör krav på transport- och väntetider, ventilation, utrymme, vatten och fodertillgång.

**Kap 1 Allmänna bestämmelser 10 §** behandlar var ansvaret ligger under transporten. Eftersom det vid fjäderfä transport ofta rör sig om kommersiell transport ligger ansvaret hos transportören. Transportören skall se till att djuren får lämplig skötsel och att förhållandena inte skall påverka djurens välfärd. Färdmedlet skall vara av det slag att det kan följa bestämmelserna i denna föreskrift.

**I kap 2 Transportmedel m.m. 1 – 6 §** står det om hur transportmedlet skall vara utformat för att kunna följa de allmänna bestämmelserna i kap 1. Transporten skall vara utformat på så sätt att djuret kan stå upp i naturlig ställning och även så att alla djur kan ligga ner samtidigt. Den skall även vara utformad så att god ventilation tillförs alla djur. Fordonet skall vara konstruerat så att det är rymningssäkert samt skyddar djuren mot strängt klimat, nederbörd, blåst, starkt solljus och kraftiga väderväxlingar. Djurens klimat skall vara anpassat till djurslaget, detta gäller både om transportmedlet framförs eller är stillastående. Ventilationsöppningarna i transporten skall inte kunna blockeras och ventilationen skall vara god i hela transporten. Andra krav som ställs på transportfordonen är att de skall vara lätta att rengöra och möjliggöra tillsyn, skötsel samt säker i- och urlastning av djuren. Lagen kräver att alla delar av ett lastutrymme

skall vara lätt tillgängliga för inspektion av djuren och att det skall finnas tillräckliga ljuskällor för detta.

**Kap 4. 12 §** Transporttiden för slaktdjur får inte överstiga åtta timmar inom landet. Om transporttiden till närmaste slakteri överstiger åtta timmar, får transporttiden i enstaka fall förlängas med högst tre timmar.

**Kap 6** innehåller särskilda bestämmelser för olika djurslag, under rubriken fjäderfä inom animalieproduktionen, 29 § Kravet på strö- och bäddmaterial som anges i 2 kap. 4 § tredje stycket gäller inte för behållare för fjäderfä. Kravet på inspektion av djuren som anges i 2 kap. 6 § anses uppfyllt om det finns temperaturövervakning i lastutrymme för fjäderfä. **30 §** Vid transport av fjäderfä i kapelltäckt fordon ska i fråga om ventilation av lastutrymmet särskild hänsyn tas till rådande utomhusklimat, behållarnas material och körhastighet.

## **Bilaga 1.6**

### **FJÄDERFÄ INOM ANIMALIEPRODUKTIONEN**

Fler fjäderfä får inte placeras i en behållare än att samtliga ryms liggande bredvid varandra på bottenytan. Behållarens höjd ska vara anpassad till djurslaget och djurens storlek.

#### **Kategori Minsta utrymme**

Dagsgamla kycklingar	21 - 25 cm <sup>2</sup> per kyckling
Fjäderfä <1,6 kg	180 - 200 cm <sup>2</sup> /kg
Fjäderfä 1,6 - 3,0 kg	160 cm <sup>2</sup> /kg
Fjäderfä 3 - 5 kg	115 cm <sup>2</sup> /kg
Fjäderfä >5 kg	105 cm <sup>2</sup> /kg

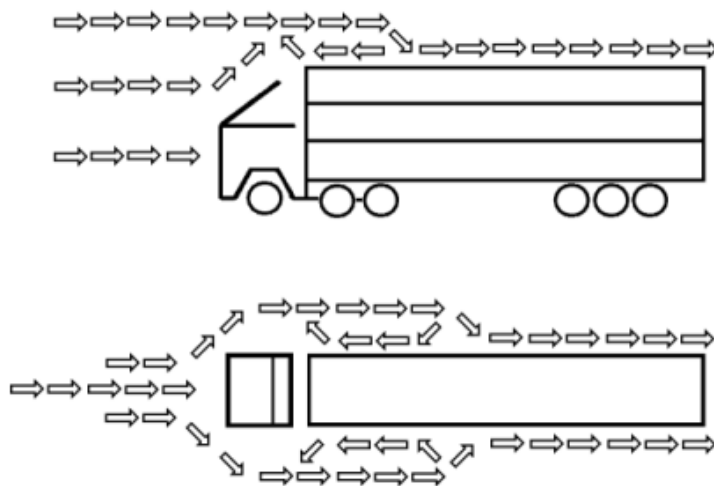
I DFS 2006:9 finns inga krav eller rekommendationer på luftflöde i fordonet. I EFSA:s rapport 2003 "The welfare of animals during transport" till EU-kommisionen föreslår Kettlewell & Mitchell (2001) att ventilationen vid utetemperaturer upp till 20°C skall ha en kapacitet på minst 2,2 m<sup>3</sup>/tim och kg oberoende av om fordonet kör eller inte.

Statens offentliga utredningar 2003:6 rekommenderar att temperaturen i fjäderfätransporter skall ligga mellan 15°C och 20°C. Temperaturen bör ej överstiga 25°C och den relativa fuktigheten bör hållas under 80%.

## 2.3 Tidigare studier

### 2.3.1 Luftrörelser kring och i djurtransportbilar

Studier av traditionella djurtransportfordon har visat, att när fordonet kör, rör sig luftströmmen utåt längs sidorna på främre delen av bilens långsida, för att ungefär halvvägs, vända och strömma tätt intill bilen framåt igen innanför den bakåtgående luftströmmen. Längs resterande delen av fordonets långsida strömmar luften endast bakåt längs sidorna. Samma förhållande på luftströmmen genereras ovanpå bilen där luften går upp över bilen för att halvvägs vända och gå framåt närmst bilens tak. På andra hälften av bilens tak går luften bakåt, se Figur 1 (Kettlewell & Mitchell, 1996). Vid de framåtgående luftströmmarna bildas ett sug som gör att luften inuti bilen går framåt genom bilen. Flödena är beroende av fordonets hastighet (Kettlewell *et al.*, 2001).



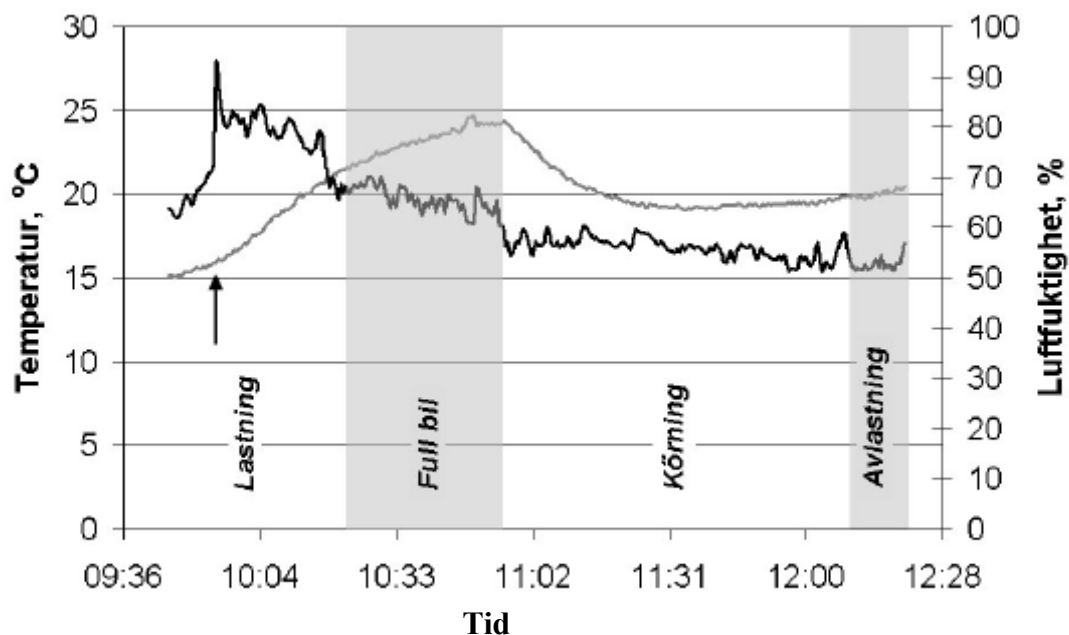
Figur 1. Luftrörelser kring bilen under färd (Kettlewell & Mitchell, 1996).

### 2.3.2 Slaktsvinstransporter

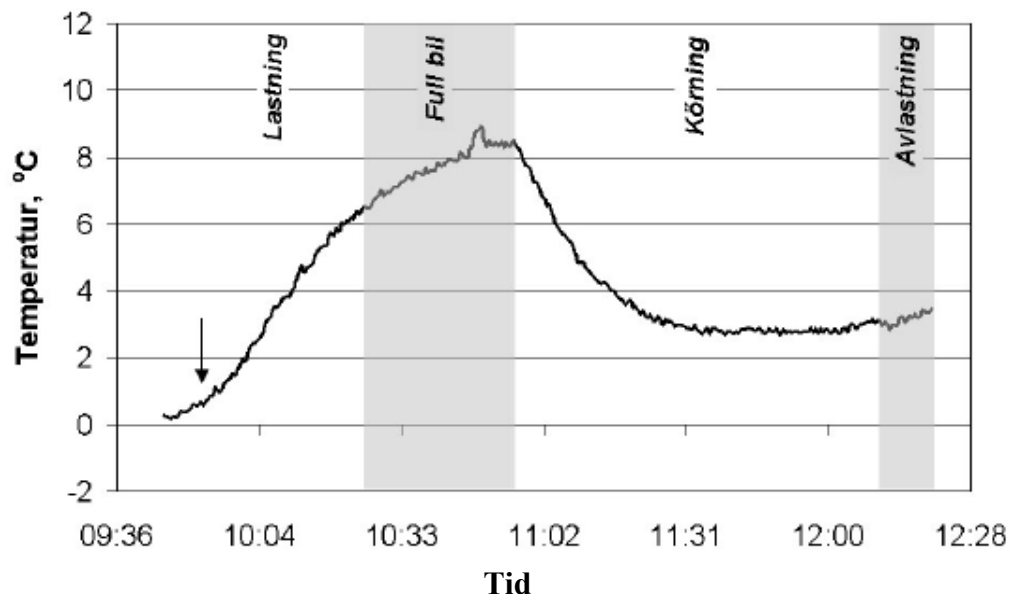
Sällvik *et al.*, (2004) gjorde luftrörelsestudier i slaktsvinstransporter utan djur under körning i 80-90 km/h. Resultatet visade att luften gick ut genom de främre och in genom de bakre ventilationsöppningarna längs bilens sidor. I framväggens öppningar gick luften både ut och in. I den övre delen av öppningen gick luften in och genom den nedre gick luften ut. Genom takluckor med öppning bakåt och springor i bakstammen gick luften ut.

Undersökning av Krafft (2005) visade luftförelserna i naturligt och mekaniskt ventilerade slaktsvinstransporter utan djur. Fordonen bestod av en transportbil med två våningar. Vid både mekanisk och naturlig ventilation går luften in genom de bakre och ut genom de främre öppningarna på bilens långsida. Luften inne i fordonet går bakåt i det övre planet och framåt i det undre planet.

Vid mekanisk ventilation med tilluftsfläktar i vänster långsida går luftströmmarna med högre hastighet än i de naturligt ventilerade fordonen. Krafft (2005) genomförde mätningar av temperatur, luftfuktighet och koldioxid på mekaniskt och naturligt ventilerade slaktsvinstransporter vid en medeltemperatur utomhus på 15,0°C. Vid ett typiskt förlopp steg temperaturen under lastning 10°C och fuktigheten nådde 90%. När fläktarna gick igång och bilen började köra så sjönk temperatur och fuktighet något och antog stabiliserade värden, se Figur 2 och Figur 3.

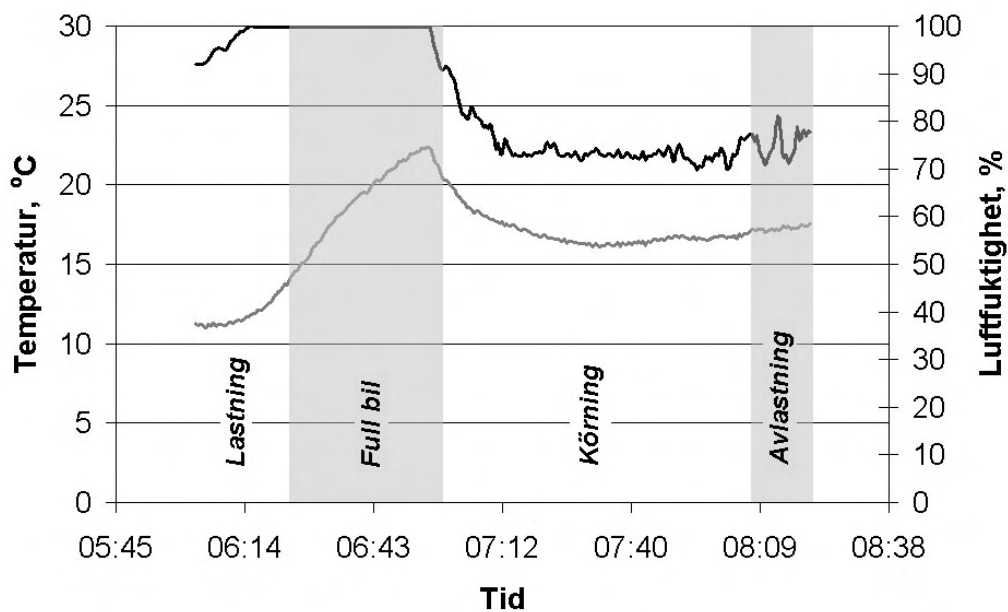


Figur 2. Lufttemperatur och luftfuktighet under körning 9, mekanisk ventilation. Svart linje = luftfuktighet. ↑ visar när fläkten startar (Krafft, 2005).



Figur 3. Temperaturskillnad mellan inne- och uteluft under körning 9, mekanisk ventilation. ↑ visar när fläkten startar (Krafft, 2005).

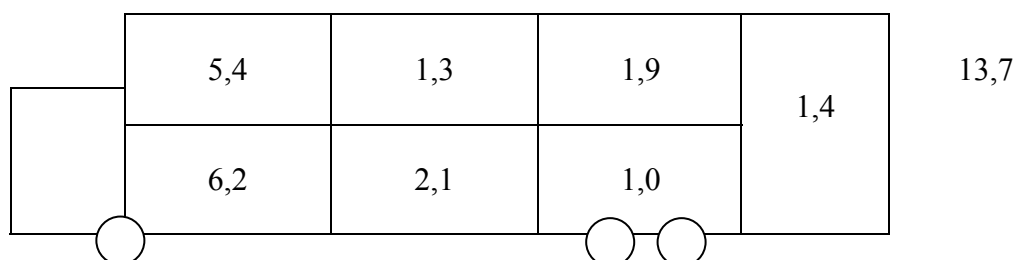
Det genomfördes även mätningar på naturligt ventilerade transporter. Medeltemperaturen utomhus var då 13,7°C. Temperaturen inne i bilen steg 12°C under lastning och relativa fuktigheten nådde 100%. När bilen började köra sänktes temperaturen med ca 5°C och fuktigheten med ungefär 25 %-enheter och stabiliserades, se Figur 4 (Krafft, 2005).



Figur 4. Lufttemperatur och luftfuktighet medeltal i bilen under lastning och körning av slaktgrisar, naturlig ventilation. Svart linje = luftfuktighet. Utetemperatur 13,7°C (Krafft, 2005).

Temperaturökningen vid lastning med mekanisk ventilation var vid svag blåst utomhus (0,1-3,8 m/s) 0,10°C/min, medan den vid naturlig ventilation var 0,21°C/min. Vid vindhastighet över 8 m/s var det inga skillnader i temperaturökning (Krafft, 2005).

Under körningarna med naturligt ventilerade fordon var det betydligt varmare i den främre delen av fordonet enligt Figur 5 (Krafft, 2005).



Figur 5. Medelvärde temperaturskillnad mellan punkter i skåpet och utetemperatur under körningar med naturlig ventilation (Krafft, 2005).

För båda typerna av ventilation ökade temperatur och fuktighet då bilen stannade på slakteriet. Koldioxidkoncentrationen följde samma mönster som temperatur och luftfuktighet (Krafft, 2005).

## 2.4 Slaktkycklingtransporter

Stressfaktorer som kycklingarna kan utsättas för under körning kan vara rörelser, vibrationer, kollisioner, ljud, matbrist och frånvaro av vatten. En annan stressfaktor kan vara att djuren hålls på små ytor där de riskerar social stress. Olika kombinationer av dessa faktorer kan påverka, men det som främst påverkar djurens välfärd negativt är klimatet runt djuren i samband med transporten och djurens termiska komfort påverkas negativt av förändringar i temperatur, luftfuktighet och lufrörelser. Temperatur och fuktighet i containrarna kan stiga avsevärt vid dålig ventilation. I Canada finns studier där temperaturen har ökat med 60°C i passivt ventilerade containrar då utomhustemperaturen uppmättes till -28°C. Förutom djurens välfärd påverkar stressen även köttets kvalitet och färg (Mitchell och Kettlewell, 2004).

Klimatet i containern är resultat av luftflöde, tilluftens temperatur och fuktighet samt djurens värme och fuktproduktion. Enligt Mitchell och Kettlewell (2004) så är mekanisk ventilation den enda möjligheten för att skapa ett tillfredställande klimat under körning. Detta med hänsyn till antalet djur per transport som krävs för att transporten skall vara ekonomisk (Mitchell och Kettlewell, 2004).

Vid Guldfågels slakteri i Mörbylånga skedde byte av containrar i oktober 2006. Från att ha använt containrar med tre sidor av metallnät och en hel sida, används idag containrar med fyra sidor av plastnät. I Tabell 1 framgår att medeldödligheten under



november till mars sjönk med 0,22 % - enheter i jämförelse med samma period ett år tidigare (Almgren, 2007).

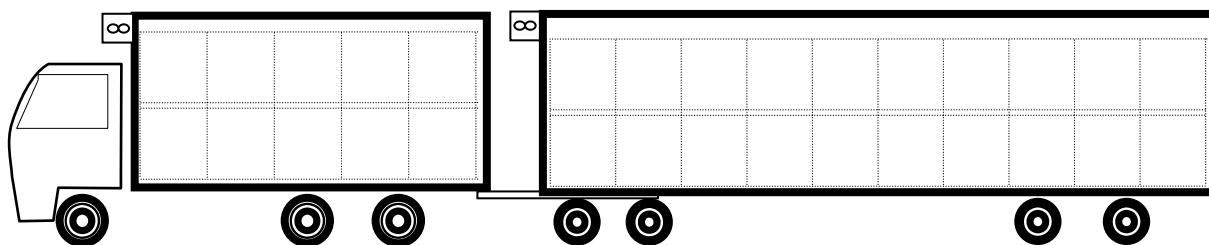
Tabell 1. Medeldödligheten under transporter vid Guldfågeln's slakteri i Mörbylånga före och efter byte av containrar november 2006.

Månad	Före byte, 2005/2006	Efter byte, 2006/2007
November	0,34 %	0,20 %
December	0,36 %	0,19 %
Januari	0,45 %	0,25 %
Februari	0,55 %	0,18 %
Mars	0,45 %	0,21 %
<i>Medelvärde</i>	<i>0,43 %</i>	<i>0,21 %</i>

### 3 STUDERADE DJURTRANSPORTBILAR

Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik och djurhållning, LBT, har i samarbete med branschorganisationen Svensk Fågel valt ut transportfordon och transportörer till detta projekt. Fordonens ventilationssystem styrde valet av slakteri. Kronfågels slakterier i har studerats då dessa slakterier har naturligt respektive mekaniskt ventilerade fordon. Så kallade ”kapellbilar”, här kallad K-bil har studerats vid et av Danpos slakterier i Danmark.

#### 3.1 Mekaniskt ventilerat fordon - F-bil



Figur 6. Skiss över F-bil med markering av containerplacering.

F-bilarna innehåller fem fack med totalt tio containrar i bilen och tio fack med totalt 20 containrar i släpet, se Figur 6. Ett fack innehåller två på varandra stående containrar. Varje container har lådor i fem våningar med två lådor i varje våning. En container har således totalt 10 lådor. Lådorna har botten av plast medan de fyra sidorna består av metallnät, se Figur 7. Golvytan i varje våning är  $1,2 \times 2,4 = 2,88 \text{ m}^2$  och totalt i en container blir den  $5 \times 2,88 = 14,4 \text{ m}^2$ . I varje container transporteras ungefär 400 kycklingar. Utrymmet per kyckling är  $360 \text{ cm}^2$  vilket är  $225 \text{ cm}^2/\text{kg}$ . ”L5” kräver  $160 \text{ cm}^2/\text{kg}$  för fjäderfä med vikt mellan 1,6 och 3,0 kg. Framme i bilen och släpet sitter tre fläktar. I bilen är varje fläktöppning 325 mm hög och 505 mm bred. I släpet är frontöppningarna på sidorna 735 mm breda och den i mitten 740 mm bred. Frontöppningarna är 285 mm höga. Vertikala öppningar finns på sidorna av fordonet, enligt Figur 8 och Figur 10.



Figur 7. Containrar för F-bil, med och utan kycklingar. Observera att samtliga fyra väggar i containrarna är av gles metallnät. Golv och tak är täta.

I bakstammen finns luckor som kan öppnas när fordonet körs som FN-bil, dvs. utan fläktar, enligt Figur 9. Det finns öppningar i golvet för att underlätta utsläpp av tvättvatten på slakteriet. För varje container finns sex öppningar (11 x 40 cm), tre mot varje långsida, se Figur 10.



Figur 8. Sidovy av F-bil som visar frånluftsöppningar hos bil och släp



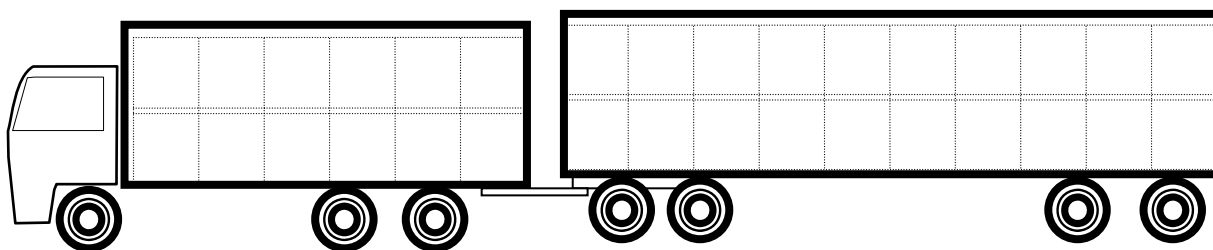
Figur 9. Bakstam på F-bil med öppna luckor för körning som FN-bil.



Figur 10. Öppningar i golvet för dränering av tvättvatten. Öppningar i ytterväggen jmf Figur 8.

Temperaturmätare sitter placerade på insidan av fordonets högra vägg, ungefär en halv meter från taket. Det sitter två mätare i bilen och tre i släpet, jämt fördelade längs väggen. På främre kofångaren utanpå bilen sitter en temperaturmätare för att mäta utomhustemperaturen.

### 3.2 Naturligt ventilerat fordon - N-bil



Figur 11. Skiss över N-bil med markering av containerplacering.

N-bilarna har sex fack med totalt 12 containrar i bilen och tio fack med totalt 20 containrar i släpet enligt Figur 11. Varje container har lådor i fyra våningar med två lådor i varje våning. En container har således totalt åtta lådor. Golvytan i varje våning är  $1,2 \times 2,43 = 2,92 \text{ m}^2$  och totalt i en container blir den  $2,92 \times 4 = 11,66 \text{ m}^2$ . I varje

container transporteras ungefär 250-260 kycklingar. Utrymmet per kyckling är 449-467 cm<sup>2</sup> vilket är 195-203 cm<sup>2</sup>/kg. "L5" kräver 160 cm<sup>2</sup>/kg för fjäderfä med vikt mellan 1,6 och 3,0 kg. Containrarna har en botten av plast och tre sidor som består av plastnät samt en sida som består av plåt, se Figur 12. Under containrarna finns öppningar där luft kan passera från de vågräta öppningarna längs fordonets sidor. Golvet över öppningarna under respektive container är tätt. På bilens och släpets främre vägg sitter två stycken 800 mm långa frontdon. Dessa kan maximalt öppnas 200 mm och har ett mellanläge på 140 mm. Nedre halvan av frontdonen på släpet täcks av en skiva på insidan som för ner tilluften längs innerväggen. Skivan slutar 1390 mm från golvet.

Under frontdonen på bilen finns tio hål på 1650 mm höjd över golvet och tio stycken 350 mm över golvet. Hålen har en diameter på 42 mm. Även över hela bakstammen på släpet sitter 84 hål, se Figur 13. På var sida av släpets framstam sitter två lodräta frontdon som är stängda. På tre olika höjder längs fordonets långsidor finns horisontella luftöppningar, se Figur 14. De övre och mittersta öppningarna är 1000 mm långa medan de nedre är 760 mm långa. Samtliga av luftöppningarna går att öppna 130 mm. Luftriktare av gummi, se Figur 15, sitter placerade i taket mellan container fem och sex i bilen och mellan container två och tre i släpet. Under luftrörelsestudierna var luftriktaren i släpet trasig och endast halva fordonets bredd täcktes.



Figur 12. Containrar i N-bil. Observera den täta sidan som vätter mot nästkommande container, övriga tre sidor är av glesa pinnar av plast, se Figur 15. Golv och tak är täta.



Figur 13. Ventilationsöppningar i bakstammen på N-släp





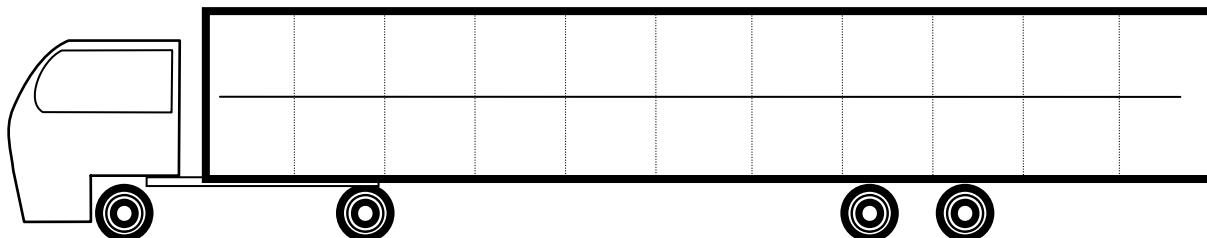
Figur 14. Sidovy av N-bil som visar ventilationsöppningarna.

Temperaturmätare sitter placerade i taket mellan container 1 och 2 samt mellan fack 5 och 6 i bilen. I släpet sitter mätarna mellan fack 2 och 3, 5 och 6 samt mellan fack 8 och 9. En temperaturmätare för att mäta utomhus- temperaturen sitter på främre kofångaren.



Figur 15. Containerar i fack 3 till 6 i N-bil. ↓ visar luftriktare av gummiduk efter containerfack 5 i bilen och efter containerfack 2 i släpet.

### 3.3 Kapell bil - K-bil



Figur 16. Kapell-bil (K-bil). Trailer med markerade 11 fack för containrar. Ingen luftspalt finns ovanför containrarna vid körning med K-bil.

K-bilarna har 11 fack med totalt 22 containrar, se Figur 16. Varje container har lådor i fyra våningar med tre lådor i varje våning. En container har således totalt 12 lådor. I varje container lastas ungefär 230 kycklingar med vikt av 2,3 kg styck. Enligt Figur 17 har containrarna botten av plast och fyra sidor som består av plastnät. Fordonet har ett fast golv, fram- och bakstam medan taket är höjbart för att underlätta lastningen, se Figur 18 och Figur 19. Under sommarhalvåret är sidorna helt öppna både under lastning och körning.



Figur 17. Containrar i K-bil.



Figur 18. K-bil, under lastning då taket är höjt.



Figur 19. Färdiglastad K-bil med taket sänkt inför transport.

### 3.4 Mätinstrument

Mätinstrumenten som registrerade temperatur och fuktighet i bilen under lastning och körning var i form av loggrar, typ "Tinytag Plus" (Gmini Data Loggers). Registreringen gjordes en gång per minut under intensivstudien och en gång varannan minut under långtidsregistreringarna. Vid relativ fuktighet nära 100% gick mätvärdena ner till 0% istället för att visa värden över 100%. Enligt tillverkaren har loggern en mätnoggrannhet på 0,6°C och 3% relativ fuktighet (Krafft, 2005). Under lastning registrerades torr och våt temperatur utomhus med en Assmans psykrometer. CO<sub>2</sub>-mätare, av typen SenseAir, användes. Under studien kontrollerades loggrars och CO<sub>2</sub>-mätarens mätsäkerhet vid ett tillfälle.

Luftrörelserna studerades med hjälp av kall rök från ampull och gummiblåsa. Lufthastigheten mättes med SwemaAir 30 lufthastighetsmätare.



---

## 4 METOD

Studien av transporterna bestod av tre olika delar:

- Insamling och analys av transportföljesedlar (se bilaga).
- Luft rörelsestudie i fordon med containrar utan djur. F-bil stillastående med fläktar igång och N-bil och F-bil utan fläktar (FN-bil) under körning.
- Mätningar under lastning och körning.

Alla tre typerna studier gjordes på F-, FN- och N-bil. Endast mätningar under lastning och körning gjordes på K-bil. Det diskuterades även att göra en studie av stressfaktorer hos djuren, exempelvis andningsfrekvens, med det ansågs omöjligt att genomföra inom detta projekt. Den parametern som användes för att bedöma djurens välfärd var den totala dödligheten under transporterna. Inga studier gjordes på i vilken container djuren avlidit.

### 4.1 Analys av transportföljesedlar

För att få en uppfattning om vilka faktorer som påverkar transportdödligheten så studerades transportsedlar från Kronfågels slakterier. Uppgifter om antal transporterade djur, dödlighet, transportlängd, lastningslängd, temperatur utomhus och i fordonet, uppfödare och transportör fördes in och bearbetades i Excel. 1923 transportsedlar för perioden 051023 till 061018 från fyra olika F-bilar studerades. Från slakteriet som använder fläktbilar blev även uppgifter om den totala dödligheten per omgång inhämtade. För perioden 060412 till 061011 studerades 387 transportsedlar från fem olika N-bilar.

En enkel korrelationsberäkning gjordes med dödlighet under transport som beroende variabel och lastningstid, transporttid, medeltemperatur ute eller medeltemperatur i transporten som enskilda oberoende variabler. Medeltemperaturen ute är ett medelvärde av den temperatur som chauffören noterade vid körningens start och slut. Medeltemperaturen i fordonet är ett medelvärde av de temperaturer som noterades i de fem olika mätpunkterna i transportfordonet (bil och släp) vid start, mitten och slutet av transporten. Transportsedlarna gav även underlag till en årsöversikt för transportdödligheten vid slakteriet med F-bilar, och en halvårsöversikt för transportdödligheten vid slakteriet med N-bilar. Även medeltal för transportdödligheten från olika uppfödare och olika chaufförer togs fram.

## 4.2 Luftrörelsestudie i fordon utan djur

Luftrörelserna från fläktar och genom don och containrar studerades i fordonet med hjälp av ”kall” rök och lufthastighetsmätare. För att möjliggöra mätningarna togs två på varandra stående containrar ur ett fack i fordonet. För att få så realistiska luftströmmar så möjligt så ersattes de borttagna containrarna av en träskiva över utrymmet i samma höjd som angränsande containrars ovansida. I F-bilarna gjordes kartläggningen i stillastående bil med fläktarna igång i fack 2 och 4 i bilen respektive 1 och 9 i släpet. Under körning med FN-bil utan fläktar igång undersöktes luftrörelserna i fack 1, 3 och 5 i bilen respektive 1, 5 och 10 i släpet. I N-bilarna gjordes mätningar i fack 1, 3 och 6 i bilen och fack 1, 5 och 10 i släpet medan N-bilen kördes i 60-80 km/tim. Mätningarna gjordes när fordonens sidodörrar var stängda. Denna studie var ej genomförbar på kapellbilar då dessa är helt öppna på båda långsidor och luften rör sig fritt.

## 4.3 Mätningar under lastning och körning

Mätningar under lasting och körning gjordes som långtidsregistreringar under april-maj 2006 och som intensivstudier under juni 2006 till februari 2007.

### 4.3.1 Lastningsprocedur

Ungefär sex timmar innan infångningen av kycklingarna börjar hissas foderträgen upp i taket av stallet. Vattnet hissas upp precis innan infångningen och hissas ner en stund vid varje fordonsbyte. Kycklingarna fångas maskinellt och lastas i containrar som sedan transporteras till slakteriet. Detta sker vanligtvis då de är 33-38 dagar gamla. Maskinell infångning sker med hjälp av en maskin med ”gummifingrar” som för upp djuren på transportband som leder kycklingarna ner i lådor i en container. Två personer ser till att djuren fördelas jämnt i lådorna. Vid lastningen av kycklingarna i containrarna är det enbart blått ledljus från lastmaskinen och trucken inne i stallet. Anledningen till att det ska vara blått ljus är för att djuren då håller sig lugnare och blir mindre stressade. När en container är färdiglastad körs den ut ur stallet och lastas på transportbilen.

Beroende på utomhustemperaturen sker lastningen på bilarna på olika sätt. Vid utomhustemperatur över 10°C öppnas N-bilar upp så mycket så möjligt och i F-bilar sätts fläktarna igång. Till att börja med lastas vartannat fack på för att under så lång tid så möjligt hindra uppvärmning av djurutrymmet i de lastade containrarna. Därefter lastas resterande containrar. Vid svalare utomhustemperatur lastas containrarna löpande bakåt eller framåt och fordonet hålls stängd längs ena sidan. I FN-bilar öppnas ”nödluckor” placerade i bakstammen på bil och släp för att förbättra ventilationen vintertid då fläktarna inte är igång. På grund av F- och FN-bilarnas utformning måste containrar som skall stå vid fram- resp. bakstammen lastas innan den som står närmast eftersom de måste svängas in. Den sista containern som lastas är därför alltid den som står näst längst fram alternativt näst längst bak (Nilsson muntligt, 2006, Ottosson

muntligt, 2006). I K-bilar under vintern är kapellet bara öppet på lastningssidan och stängs delvis efterhand som lastningen fortskrider.

På de studerade slakterierna lastas kycklingarna av i en miljö med endast blått ljus för att minska stressen hos kycklingarna i mottagningshallen. Ventilationen i ankomsthallen skedde med uteluft. Väntetiden i ankomsthallen vid slakteriet ska inte överstiga tre timmar och den totala tiden för transport och väntetid på slakteriet får inte överstiga 12 timmar (Jamil, 2003).

### **4.3.2 Långtidsregistreringar**

För att få en bättre uppfattning om klimatet i transportens bil och släp samt utomhus gjordes mätningar i F-bil och N-bil. De gjordes genom att transportören placerade ut en logger för temperatur och relativ fuktighet dels i en container i bilen respektive släpet och en utanpå fordonet. Mätningar gjordes på två olika F-bilar vid 73 olika transporttillfällen under perioden 060420 – 060512 samt två olika N-bilar vid 48 olika transporttillfällen under perioden 060426 – 060518.

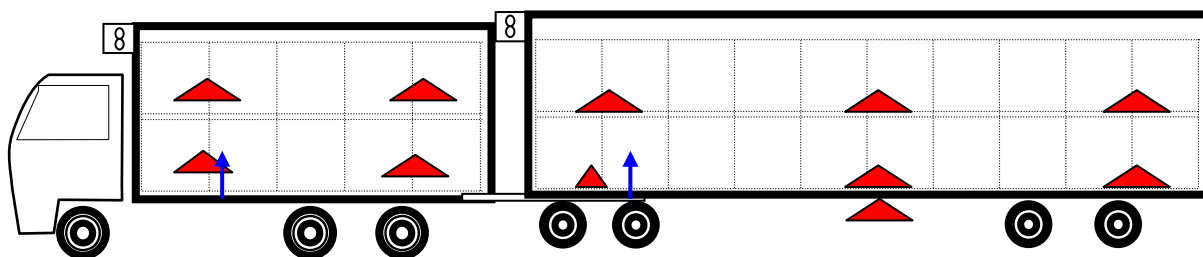
## **4.4 Intensivstudier**

Intensivstudier genomfördes både under den varma årstiden ”sommar” och den kallare ”vinter”. Under intensivstudien var projektpersonal närvarande under lastning hos uppfödaren och vid slakteriet för att sätta in respektive ta ut instrument. Vid varje transporttillfälle registrerades lastningsförlopp, väderlek, fordonets och utlastningsportens placering i förhållande till vindriktning och solsken. Luftrörelser, temperatur, luftfuktighet samt koldioxidhalt mättes för att kunna beskriva klimatet utomhus och i fordonen. Koldioxidhalten mättes som en indikation på luftutbytet. Mätinstrumentens placering valdes utifrån tidigare studier av djurtransporter samt med hänsyn till det begränsade antalet instrument. Avsikten var att fördela instrumenten jämnt i höjd- och längdled i bil och släp med fokus på de utrymmen där klimatpåverkan antas vara störst på djuren. För att mäta temperatur och luftfuktighet utomhus placerades en logger på höger och en på vänster sida nere på släpets underrede enligt Figur 20, Figur 21 och Figur 22. Resultaten för intensivstudierna sommar och vinter presenteras i separata avsnitt.

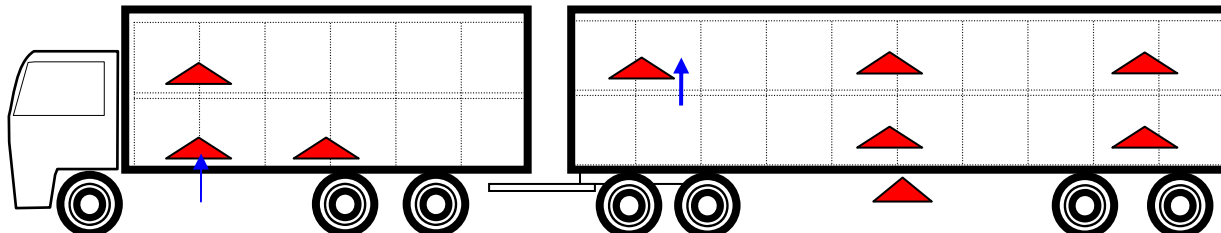
### **4.4.1 Intensivstudie sommar**

För att få mer kunskap om klimatet i olika delar av fordonet samt rutiner vid lastning och transport av slaktkycklingar gjordes registreringar och mätningar under lastning på bilen och under körning till slakteriet, sk intensivstudie Allmänna data från intensivstudierna under sommarhalvåret 2006 visas i Tabell 2.

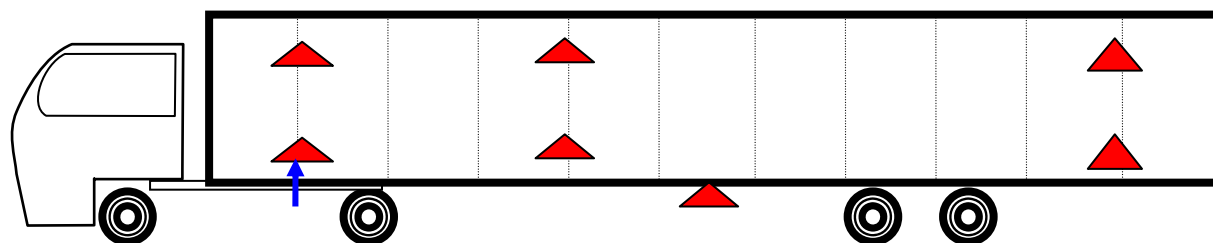
Inne i fordonet placerades loggrar inne i lådorna bland djuren i flera containrar enligt Figur 20, Figur 21 och Figur 22. Loggrarna fästades med hjälp av en hake på den lådvägg som var i mitten, mot en bredvidliggande låda, ungefär 20 cm in i lådan. I F-bilarna sattes loggrar i låda 2 och 8 räknat nerifrån, i N-bilarna i låda 2 och 6 och i K-bilarna i låda 2 och 7. Vid några transporter placerades även loggrar på lådväggen ut mot transportfordonets långsida. En CO<sub>2</sub>-mätare placerades i låda 2, fack 1 i bilen och en i låda 2, fack 1 i släpet i F-bil och N-bil. I K-bil placerades en CO<sub>2</sub>-mätare i låda 2 fack 1. Instrumenten hakades fast precis innan de djurfyllda containrarna placerades på transportfordonet. Temperatur, luftfuktighet och koldioxidhalt registrerades av loggrarna en gång per minut.



Figur 20. Placering av mätinstrument för temperatur och relativ fuktighet i F och FN-bil under intensivstudien sommar och vinter. Trianglarna visar placering av temperatur- och fuktighetsloggarna, pilarna visar CO<sub>2</sub>-loggerns placering



Figur 21. Placering av mätinstrument för temperatur och relativ fuktighet i N-bil under intensivstudien sommar. Trianglarna visar placering av temperatur- och fuktighetsloggarna och pilarna visar CO<sub>2</sub>-loggarnas placering



Figur 22. Placering av mätinstrument för temperatur och relativ fuktighet i K och KS-bil under intensivstudien sommar resp. vinter. Trianglarna visar placering av temperatur och fuktighetsloggarna och pilen visar CO<sub>2</sub>-loggerns placering.

Vid de första transporterna utfördes även mätningar av temperatur, luftfuktighet och CO<sub>2</sub> i stallet. Syftet var att få mer kunskap om vilket klimatbyte kycklingarna skulle utsättas för då de togs från stallet och lastades i fordonet. Dessa mätningar upphörde eftersom de inte kunde genomföras på ett tillfredställande sätt inom projektets ram.

Generella uppgifter för de transporter som studerades under sommaren visas i Tabell 2. Mer detaljerade uppgifter visas i Tabell 3. Totalt studerades 13 transporter under sommaren. Med F-bilar kördes 7 transporter när utetemperaturen varierade mellan 16,5 och 29°C. Med N-bilar kördes 4 transporter vid utetemperaturer mellan 15 och 23°C. De två körningarna med K-bilar gjordes vid mycket varm väderlek, 31°C. Tiden för lastning var kortast för K-bilar, ca.1 timme och längst för F-bilar, knappt 2 timmar. N-bilar hade drygt 1 timmes lastningstid. Kycklingarna var tyngst i Danmark (2,8 kg). I F-bilarna och N-bilarna var kycklingvikten 1,6 resp. 2,3 kg. Körtiden var kortast till slakteriet med F-bilar, som längst 2 timmar, medan N- och K-bilar kunde ha upp till 3 timmars körtid.

Tabell 2. Allmänna data för intensivstudien sommar.

	Mekanisk ventilation, F-bilar	Naturlig ventilation, N-bilar	Kapellbilar Danmark, K-bilar
Antal transporter	7	4	2
Djur/transport medeltal	12200 (riktlinje 12000 djur)	8380 (max 8800 djur)	5000 (max 14 ton)
kg/djur	1,6	2,3	2,8
Lastningstid	1h 20min – 2h	1h – 1h 20min	1h – 1h 40 min
Körtid	30min – 1h 30min	40min – 3h	2h 20 min – 3h

Vid bearbetningen av resultaten beräknades medeltemperaturen i olika containrar i fordonet. Medeltemperatur för lastning innebär att ett medelvärde för en viss mätningsspunkt (container) beräknats för varje transport, från det att containern lastats på fordonet till dess att bilen börjar köra. Medeltemperaturen under körning beräknades på samma sätt som för lastning men för temperaturen i containrarna från att bilen började köra till dess att den anlände till slakteriet.

Resultaten från intensivstudien visas i diagram där mätvärden för en viss punkt benämns med förkortningar. Exempelvis ”b 3nM” står för att en logger har mätt i **b**ilen i fack **3**, **n**edre lådan i **M**itten av containern, ”s 1uM” står för den logger som varit placerad i **s**läpet, fack **1**, **u**ppe i den övre lådan där mätinstrument var placerade i **M**itten av containern, ”ute H” står för den logger som varit placerad utanpå fordonet på **h**öger sida.

Tabell 3. Sammanställning av förhållandena vid transporter med F-, N- och K-bil, sommar

Trp nr.	Vent. typ	Datum	Temp ute	Start last	Last-tid	Körtid	Antal	Total djurvikt kg	Medel -vikt kg
1	F	060729	14,4	22:45	01:19	01:06	11383	16574	1,5
2	F	060729	20,2	07:33	01:46	01:29	12074	20010	1,7
3	F	060704	22,0	06:57	01:57	01:06	12686	20726	1,6
4	F	060704	29,0	13:27	01:57	01:09	12793	19775	1,6
5	F	060811	16,8	08:48	01:32	00:58	11523	18270	1,6
6	F	060817	16,5	06:06	01:39	00:35	12576	20718	1,7
7	F	060817	18,4	11:12	01:33	00:31	11701	20018	1,7
8*	N	060710	20,9	07:45	00:54	01:09	2787	6848	2,5
9	N	060711	20,3	20:00	01:44	02:59	7687	18963	2,5
10	N	060711	20,2	06:35	01:14	01:29	8924	19529	2,2
11	N	060712	15,2	05:05	01:19	00:39	8641	19251	2,2
12	K	060719	31,1	13:00	01:38	02:23	4980	14138	2,8
13	K	060719	31,3	14:06	00:53	02:59	~5000	~14200	~2,8

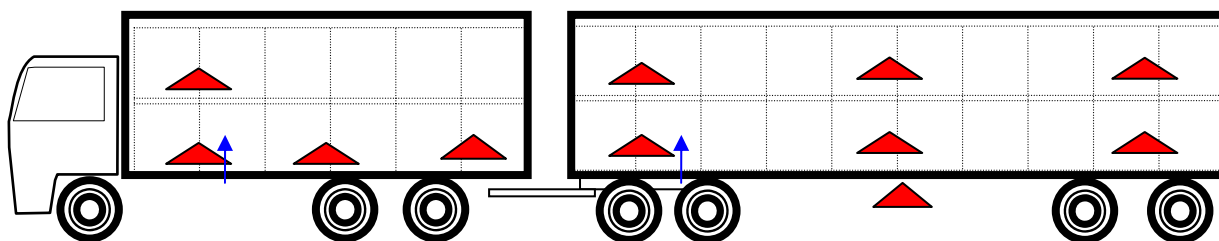
\*) I transport 8 kördes kycklingar endast i bilen och inte i släpet.

#### 4.4.2 Intensivstudie vinter

Under vintern använde fordonen med mekanisk ventilation inte fläktarna vare sig vid lastning eller vid körning. Fordonen hade alltså enbart naturlig ventilation. Transporter med dessa bilar benämns FN-bil. N-bilarna ströp öppningarna i förhållande till rådande utetemperatur.

Lastningen av bilarna skedde antingen framifrån till bak, bakifrån till fram eller så lastades släpet före bilen. Under vintern lastades de flesta bilarna framifrån till bak. Transport 1 och 4 (FN-bilar) lastades bakifrån till fram. Kapellbilarna (KS-bilar, Danmark) hade kapellen nerdragna under transport. Vid lastning var endast den sida öppen som lastningen skedde från. Vid lastning sköts kapellet till ena sidan först, därefter lastades den del av bilen utan kapell. Kapelet drogs sedan till andra sidan och resterande del av bilen lastades. När lastningen var klar täcktes hela bilen med kapell och bilen körde.

Loggrarna placerades i containrarna just innan de lastades in i bilen. Placeringen var djupmässigt mitt i bilen. I FN- och KS-bilar var placeringen av mätinstrument för temperatur och relativ fuktighet samma under vintern som under sommaren, se Figur 20 resp. Figur 22. Instrumentplaceringen för N-bilar under vinterhalvåret visas i Figur 23. I N-bilar placerades loggrarna på våning 2 och 6. I transport 5 placerades de dock på våning 2 och 8. Placeringen av loggrarna var i fack 1, 3 och 5 i bilen och fack 1, 5 och 9 i släpet.



Figur 23. Placering av mätinstrument för temperatur och relativ fuktighet i N-bil under intensivstudien under vintern. Trianglarna visar placering av temperatur- och fuktighetsloggrarna och pilarna visar CO<sub>2</sub>-loggrarnas placering.

Generella uppgifter för transporterna under intensivstudien vintertid visas i Tabell 4. Mer detaljerade uppgifter visas i Tabell 5. Totalt studerades 10 transporter under vintern. Med FN-bilar kördes 4 transporter när det var 8-10°C ute. Under de 4 transporterna med N-bilar var utetemperaturen -5 till 2°C. I Danmark var det 7-8°C när det genomfördes 2 transporter. Lastnings- och körtider var desamma som under sommaren. N och KS bilar hade upp till 3,5 timmars körtid. Kycklingarna i KS bilarna var lättare under vintern, dvs. 2,3 kg jämfört med 2,8 kg under sommaren.

Tabell 4. Generella uppgifter för intensivstudien vintertid.

	FN-bilar	N-bilar	KS-bilar
Antal transporter	4	4	2
Djur / transport (medeltal)	12200 (riktlinje 12000 djur)	8380 (max 8800 djur)	5000 (max 11 ton)
kg / djur	1,7	2,3	2,3
Lastningstid	1h 39min – 1h 57min	1h 21min – 1h 28min	44min – 56min
Körtid	1h 09min – 1h 30min	40min – 3h 36min	3h 35min

Tabell 5. Sammanställning av förhållandena vid transporter med FN-, N- och KS-bil vintertid.

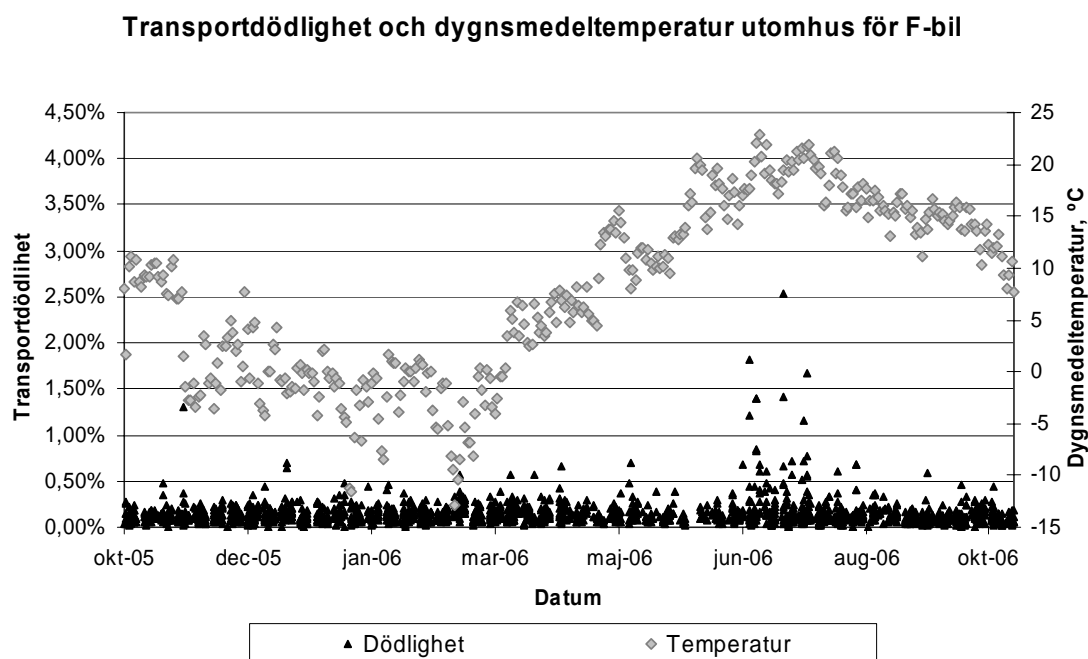
Trp. Nr.	Vent. typ	Datum	Temp ute	Start last	Last-tid	Kör-tid	Antal kycklingar	Total djurvikt kg	Medel-vikt kg
1	FN	061129	9,9	11:41	01:39	01:15	9876	22346	2,3
2	FN	061130	9,1	10:35	01:55	01:20	11039	18998	1,7
3	FN	061130	8,4	12:33	01:52	01:30	11005	18577	1,7
4	FN	061204	8,7	13:27	01:57	01:09	10999	20662	1,9
5	N	070218	0,2	22:24	01:21	03:36	8947	19823	2,2
6	N	070218	1,2	06:07	01:28	00:40	7932	19476	2,5
7	N	070219	1,9	19:35	01:28	03:05	8316	18740	2,3
8	N	070219	-4,9	05:35	01:26	00:47	8609	20526	2,4
9	KS	070131	8,0	19:57	00:44	03:34	~5000	11740	~2,3
10	KS	070131	6,7	20:42	00:56	03:35	~5000	12200	~2,4

## 5 RESULTAT

### 5.1 Analys av transportföljesedlar

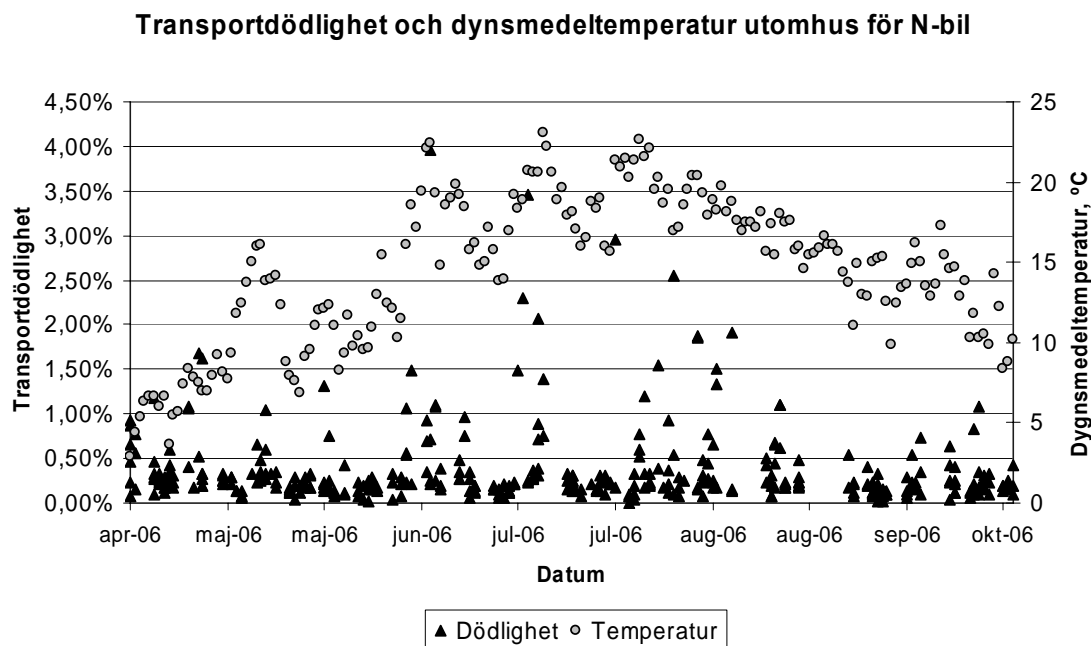
#### 5.1.1 Dödlighet under året

Med uppgifter från transportföljesedlarna redovisas dödligheten under transport i F-bilar för perioden oktober 2005 till oktober 2006, se Figur 24. I figuren har även dygnsmedeltemp under året (SMHI) lagts in på den högra Y-axeln. För N-bilar redovisas dödligheten under transport för perioden april till oktober 2006 i Figur 25 med tillhörande dygnsmedeltemperatur från SMHI.



Figur 24. Transportdödlighet i F-bil från oktober 2005 till oktober 2006, samt dygnsmedeltemperatur utomhus på höger y-axel.





Figur 25. Transportdödligheten i N-bil under april till oktober 2006, samt dygnsmedeltemperatur utomhus på höger y-axel.

För F-bilar var transportdödligheten ca. 0,14% och i stort konstant över året, med undantag för tio transporter när dygnsmedeltemperaturen var över 17°C då dödligheten steg. Åtta transporter hade dödlighet över 1%. För N-bil var dödligheten jämn, ca 0,39% från april till oktober. För F-bilar var den under motsvarande period 0,15%. För N-bilar fanns det 25 transporter med dödlighet över 1% och 4 transporter över 2,5% under juni till augusti men inget tydligt samband mellan dödlighet och utetemperatur kan utläsas i Figur 25. Orsakerna till den mycket höga dödligheten i enstaka transporter har inte undersökts och analyserats i detta projekt.

### 5.1.2 Samband dödlighet och transportfaktorer

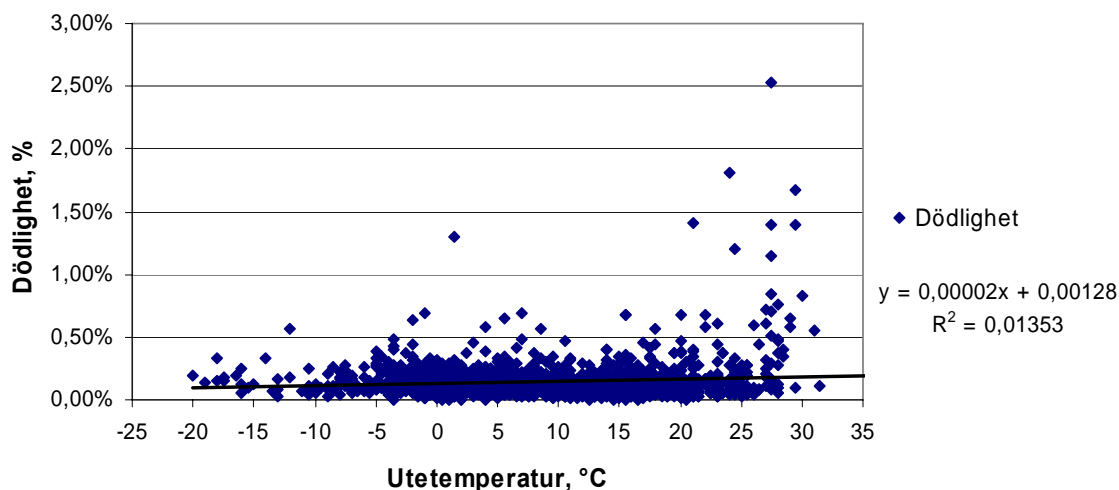
Informationen i transportföljesedlarna har använts för att söka eventuella samband mellan den beroende variabeln dödlighet och de oberoende faktorerna transporttid, utetemperatur och temperatur i fordonet (innetemperatur). Resultaten visas i Tabell 6. *Regressionskoefficienten* "b" i en linjär regression  $y = a + bx$  anger hur mycket y förändras vid en förändring av x. Regressionskoefficienten kan vara både positiv och negativ. *Korrelationsfaktorn*,  $R$ , uttrycker hur starkt sambandet mellan x och y är och kan anta värden mellan -1 till +1. *Determinationskoefficienten*,  $R^2$ , kan vara mellan 0 och 1 och ger ett värde på hur mycket en förändring i den oberoende variabeln x kan förklara hur den beroende variabeln y då ändras.

För N-bilar har det skett ett stort bortfall för temperatur ute och i bil på grund av icke fyllda uppgifter på transportföljesedlarna.

Tabell 6. Determinationskoefficient,  $R^2$  och korrelationsfaktor,  $R$  mellan dödligheten (%) och lastnings- och transporttid (min), utomhus- samt skåptemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) för F-bil och N-bil.

F-bil	Determinationskoefficient, $R^2$	Korrelationsfaktor, $R$	Ekvation $y = a+bx$	Antal transporter
Lastningstid, min	0,004	0,064	$0,12 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot x$	1903
Körtid, min	0,0013	0,036	$0,13 + 1 \cdot 10^{-4} \cdot x$	1874
Innetemp, $^{\circ}\text{C}$	0,019	0,14	$0,1 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot x$	1921
Utetemp, $^{\circ}\text{C}$	0,0135	0,12	$1,3 + 0,2 \cdot 10^{-1} \cdot x$	1917
<b>N-bil</b>				
Lastningstid, min	0,0002	0,013	$3,2 + 0,3 \cdot 10^{-2} \cdot x$	380
Körtid, min	0,0419	0,21	$1,5 + 2 \cdot 10^{-2} \cdot x$	477
Innetemp, $^{\circ}\text{C}$	0,0238	0,15	$0,6 + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot x$	486
Utetemp, $^{\circ}\text{C}$	0,0327	0,18	$0,16 + 0,1 \cdot x$	314

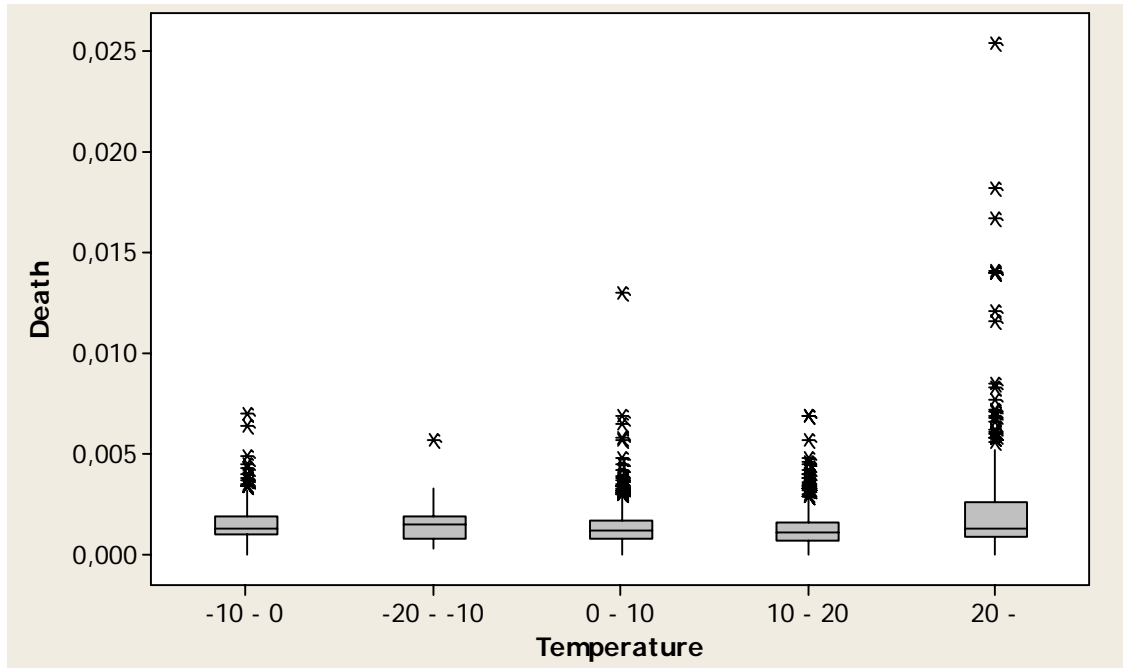
Av analyserna som redovisas i Tabell 6 kunde det inte konstateras några samband mellan transportdödlighet och de oberoende variablerna eftersom korrelationsfaktorerna låg mellan 0,013 och 0,21.



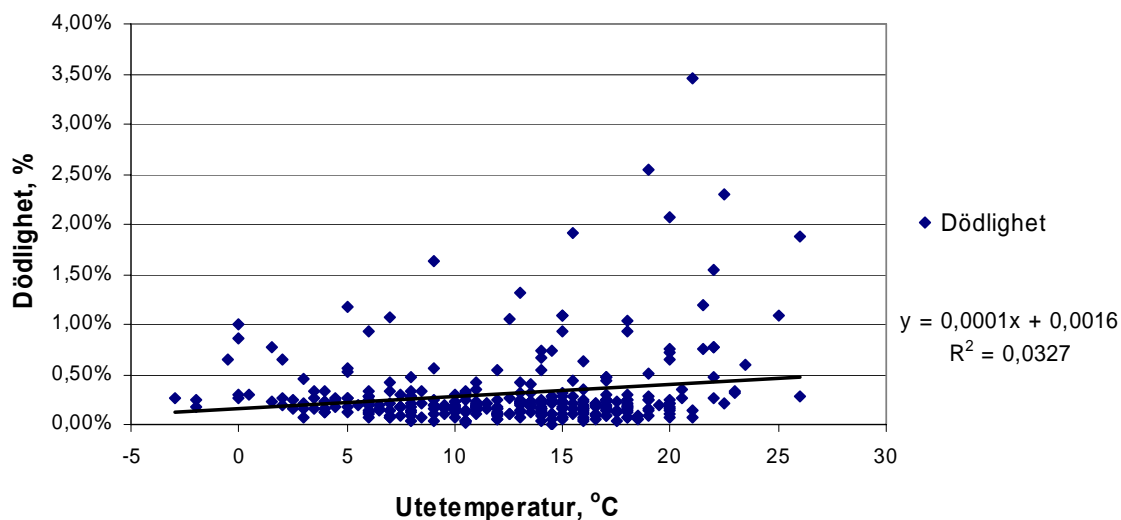
Figur 26. Dödligheten under 1964 transporter i F-bil oktober 2005 till oktober 2006 som funktion av utetemperatur enligt transportföljesedlar.

I Figur 26 visas dödligheten för samtliga 1964 transporter till slakteriet under ett år i F-bilar. Det förekommer dödlighet över 0,5% vid utetemperaturer från -12 till  $30^{\circ}\text{C}$ . Trendlinjen indikerar en svag ökning med stigande utetemperatur, men

förklaringsgraden uttryckt med Determinationskoefficient  $R^2$  är mycket låg 0,014. Figur 27 visar att det är en större spridning på dödligheten i F-bilarna då temperaturen kommer över 20°C. Troligen kan en slutsats vara att fläktarna fungerar bra då utetemperaturen understiger ca 20°C och därefter fungerar de mindre bra.



Figur 27. Boxplot över uppgifter från transportföljesedlarna på F-bilarna. Förklaring av boxen: Mittenlinjen av boxen är medianen, den undre linjen av boxen beskriver den första kvartilen och den övre linjen på boxen är den övre kvartilen. Den övre diagonala linjen visar de högsta datavärdena inom den övre gränsen och den undre linjen visar de lägsta datavärdena inom den lägre gränsen. Stjärnorna ovan boxen visar ovanligt höga värden.



Figur 28. Dödligheten under 207 transporter i N-bil från april till oktober 2006, som funktion av utetemperatur enligt transportföljesedlar.

I N-bilar tenderar dödligheten under 0,5% att vara oberoende av utetemperaturen, Figur 28. När dödligheten överstiger 0,5% kan man se en trend till en positivt linjär ökning mellan dödlighet och utetemperatur. Denna positiva regression kan inte kopplas till några faktorer mätta i denna studie utan beror troligen på andra faktorer.

### 5.1.3 Samband mellan transportdödlighet, uppfödare och chaufför

Medeldödligheten under perioden 060412 – 061012 för kycklingar från olika uppfödare som levererar med F- resp. N-bil visas i stigande ordning i Tabell 7 och för kycklingar transporterat med olika chaufförer i Tabell 8. Under perioden för mätningarna förekom en transport med en extremt hög dödlighet som inte är medtagen i diagram och beräkningar. Denna transport har inte varit föremål för närmare analys inom detta projekt.

Medeldödligheten för kycklingar från uppfödare som levererar med F-bil varierade mellan 0,04-0,29 % och mellan 0,10-1,53 % för N-bil. För olika chaufförer varierade medeldödligheten bland kycklingarna mellan 0,11-0,35 % för F-bil och 0,18-0,51 % för N-bil. Av sammanställningen i Figur 24 resp. Figur 25 framgår att dödligheten i N-bilar är betydligt högre än i F-bilar. Dessutom varierar dödligheten betydligt mer i N-bilar än i F-bilar. Även den lägsta dödligheten finns både hos uppfödare och chaufför med F-bil transport. En faktor som inte går att nollställa i jämförelsen mellan F- och N-bil är medelvikten hos kycklingarna, den är c:a 0,7 kg högre hos N-bilar, vilket innebär en högre värmeavgivning hos djuren och därmed större risk för värmestress.

Tabell 7. Medeldödligheten för kycklingar under april till oktober 2006 i stigande ordning från transporter från olika uppfödare med F-bil och N-bil.

F-bil			N-bil		
Uppfödare	Dödlighet	Antal transporter	Uppfödare	Dödlighet	Antal transporter
1	0,04	8	1	0,10	4
2	0,06	6	2	0,13	28
3	0,08	19	3	0,14	17
4	0,09	28	4	0,14	3
5	0,09	21	5	0,17	26
6	0,10	27	6	0,19	23
7	0,11	46	7	0,20	10
8	0,11	61	8	0,21	3
9	0,11	28	9	0,21	4
10	0,11	22	10	0,21	10
11	0,11	15	11	0,22	8
12	0,12	22	12	0,23	8
13	0,12	21	13	0,23	3
14	0,13	27	14	0,27	9
15	0,13	40	15	0,27	15
16	0,13	14	16	0,29	12
17	0,13	13	17	0,29	13
18	0,13	7	18	0,31	8
19	0,14	65	19	0,31	15
20	0,14	17	20	0,32	19
21	0,14	23	21	0,34	16
22	0,16	24	22	0,41	13
23	0,17	12	23	0,53	20
24	0,17	21	24	0,55	18
25	0,17	35	25	0,65	20
26	0,18	10	26	0,68	31
27	0,18	15	27	0,69	15
28	0,19	46	28	0,78	5
29	0,20	11	29	1,53*	12
30	0,23	65			
31	0,25	35			
32	0,26	37			
33	0,29	26			

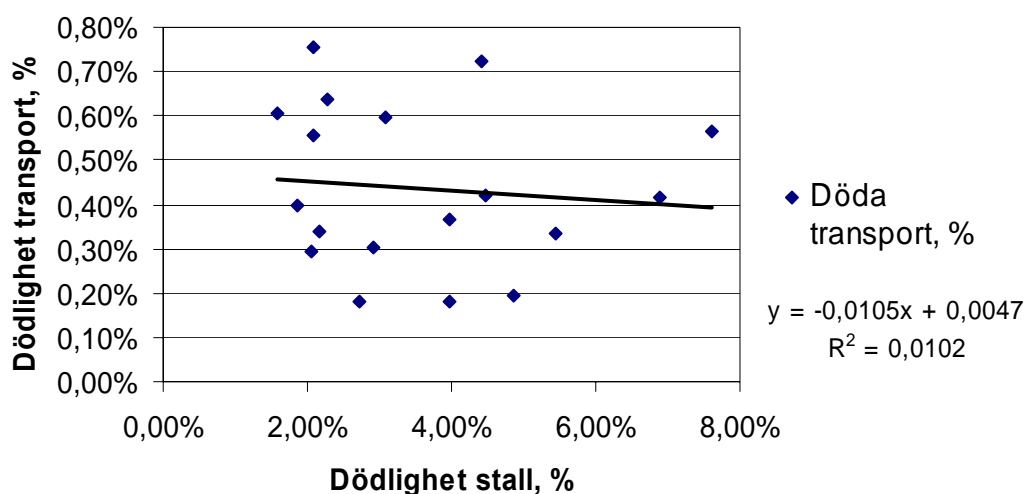
\* Samt en transport med extremt hög dödlighet

Tabell 8. Medeldödligheten i stigande ordning i transporter med olika chaufförer i F-bil och N-bil.

F-bil			N-bil		
Chaufför	Dödlighet	Antal transporter	Chaufför	Dödlighet	Antal transporter
1	0,11	9	1	0,18	4
2	0,13	102	2	0,19	10
3	0,13	118	3	0,19	7
4	0,13	33	4	0,29	8
5	0,13	98	5	0,33	40
6	0,15	107	6	0,34	170
7	0,15	106	7	0,36	43
8	0,16	112	8	0,42*	95
9	0,18	126	9	0,43	69
10	0,23	22	10	0,51	32
11	0,35	21			

\* Samt en transport med extremt hög dödlighet

För att testa hypotesen om transportdödligheten påverkades av omgångens dödlighet i stallet valdes F-bil transporter som hade en dödlighet över 0,5% ut. Om fler transporter krävdes för att tömma avdelningen togs även dessa med i analysen. Ett medelvärde för transportdödligheten för avdelningen och ett för staldödligheten beräknades. Staldödligheten beräknades utifrån transportföljesedlarna och slakteriets produktionsuppföljning (Figur 29). Dödligheten under transport tycks inte vara korrelerad med dödligheten på gården, då regressionen mellan dödligheten i stallet och dödligheten i transporten snarare var negativ än positiv, se Figur 29.



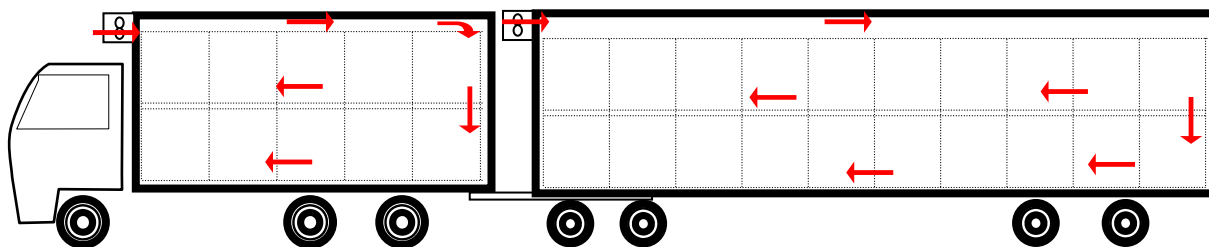
Figur 29. Regression mellan staldödlighet (%) och transportdödlighet (%), där enstaka transport haft över 0,5% döda.

## 5.2 Luftrörelsestudier i fordon utan djur

### 5.2.1 F-bil

Den totala fläktkapaciteten för F-bilens tre fläktar uppmättes till 20300 m<sup>3</sup>/tim motsvarande 2,95 m<sup>3</sup>/tim och kg kyckling. Lufthastigheten vid utloppet var ungefär 12 m/sek. Det fria utrymmet ovan containrarna var 0,32 m. Lufthastigheten var 8 och 6 m/s över fack 2 resp. 5. Släpets fläktar hade en total kapacitet av 32300 m<sup>3</sup>/tim motsvarande 2,33 m<sup>3</sup>/tim och kg kyckling. Lufthastigheten vid utloppet var ungefär 14 m/sek. Det fria utrymmet ovanför containrarna var 0,32 m och hastigheten över fack 9 var 8 m/s. Luften passerade bakåt över containrarna, ner längs bakstammen och sakta fram genom containrarna, se Figur 30.

Både i bil och släp är lufthastigheterna över 1 m/s i de övre våningarna samt i de undre längs bak. Lägst lufthastighet finns längst fram längst ner. I de undre våningarna i mitten av släpet kan man misstänka att lufthastigheterna är mycket låga pga. liten och ibland motverkande drivkraft. Luften går ut genom samtliga öppningar på långsidorna och i golvet. Luftutbytet i containrarnas lådor har till största delen skett med hjälp av ejektion, det vill säga luftstrålen efter tak och väggar i fordonet drar ut luft ur lådorna. Lufthastigheten genom containrarna kunde vara ner mot 0,2 m/sek. Luftrörelser och lufthastigheter i F-bil och F- släp visas i Figur 31 resp. Figur 32.



Figur 30. Luftrörelser i stillastående fordon med fläktar, F-bil.

→ 12	→7,5	→7,3	→ 6	
.....	← 1,5	← 0,4	← 1	
.....	←1,1	← 0,4	← 0,4-1,0	
	→ 0,2	← 1,0	← 2,7	

Figur 31. Luftrörelser och lufthastighet i F- bil, själva bilen

→ 15								→ 8	
	← 2,2							← 2	
	↔ 1,4							← 0,8	
	→ 0,4							← 1,2	

Figur 32. Luft rörelser och luft hastighet i F- släp.

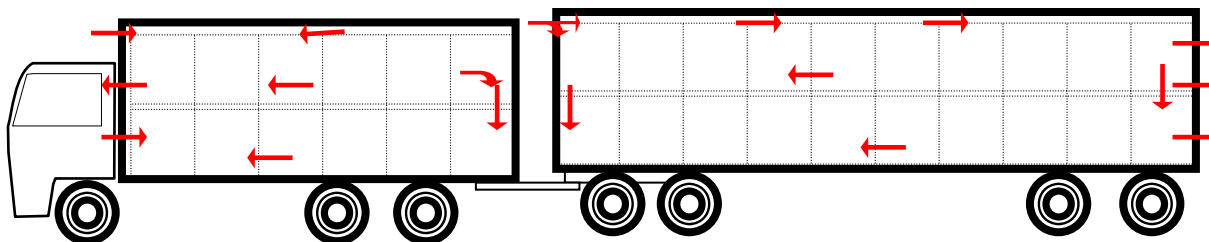
### 5.2.2 N-bil

Kartläggning av luft rörelser och luft hastigheter gjordes vid en körhastighet mellan 60 - 80 km/tim och utan djur i containrarna. I N-bilen går luften in genom större delen av donen i framstammen, förutom nedersta skiktet där luften går ut. I den övre raden med hål i framstammen går luften ut medan luften kommer in genom den undre raden. Luft hastigheten är i båda fallen ungefär 6 m/sek. Luften som strömmar in över containrarna (fria höjden är 0,42 m) går bakåt endast ca 3 dm. Därefter är luft riktningen över containrarna framåt i bilen till och med luft riktare som sitter mellan fack 5 och 6. Efter luft riktare går luften bakåt och sedan ner längs bakstammen på bilen med en hastighet på 1,7 m/sek. Luften går sedan framåt genom containrarna med en hastighet mellan 1-5 m/sek i samtliga våningar, se Figur 33. Observera att mätning av luft hastigheten sker i den smala springan (ca 10 mm) i kanten av den täta containerväggen, se Figur 12. Luft rörelser i själva djurutrymmet i containrarna var låga, under 0,2 m/s. Det finns ingen luft förbindelse mellan djurutrymmet och de luftkanaler som finns under nedersta lådan i både den undre och övre containern och som har förbindelse med de horisontella öppningarna längs långsidorna, se Figur 14.

I främre delen av bilen går luften ut genom de horisontella sidoöppningarna, se Figur 14. I öppningarna mitt på bilen går luftströmmen ut i två tredjedelar och kommer in i en tredjedel. I den bakre delen av bilen går luften ut genom två tredjedelar av de mittersta öppningarna. I de nedre öppningarna går luften ut ungefär genom nio tiondelar av öppningen.

I släpet går luften in genom de övre frontdonen och får en hastighet på 16 m/sek över containerfack två. Luften passerar bakåt på höger sida över samtliga containrar till bakstammen med en hastighet på 3 m/sek. På vänster sida efter fack 2 sitter en luft riktare som gör att inga tydliga luft rörelser finns. Vid de övre frontdonen finns i underkant en smal kanal som leder en del av luften lodrätt ned till den understa containern, se Figur 33. Luften går framåt genom containrarna med en hastighet mellan 0,2-2 m/sek. Luften från den undre delen av frontdonen leds innanför en skiva genom en lodrätt 5 cm bred luftspalt, ned längs framstammen med en hastighet på 17 m/sek och mynnar lodrätt 1,4 m över golvet. Genom hålen på släpets bakstam går luften ut med 7 m/sek. På långsidorna av släpets främre del kommer luften in genom tre fjärdedelar av öppningarna och går ut genom en fjärdedel. I släpets mitt kommer luften in genom de övre öppningarna. I de mittersta öppningarna kommer luften in genom en tredjedel av längden och i de nedersta går luften ut genom största delen av öppningen. I den bakre delen av släpet var donen stängda vid mätningstillfället. Luften strömmade då framåt längs väggarna.





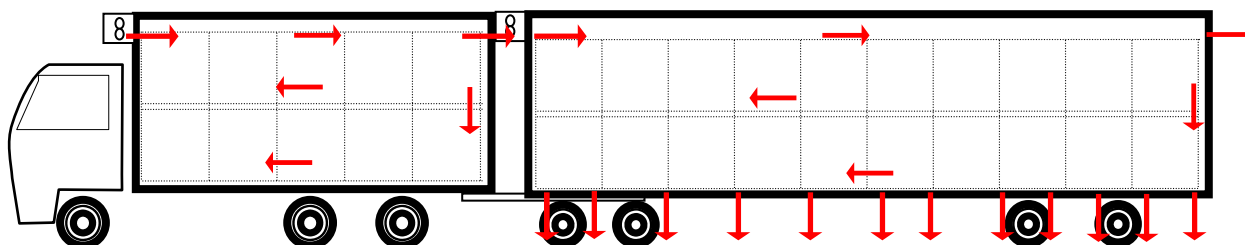
Figur 33. Luftrörelser i fordon med naturlig ventilation under körning, N-bil.

### 5.2.3 FN-bil

Under vintern är fläktarna i FN-bilarna avstängda. Luftrörelsestudierna genomfördes då bilen kördes med en hastighet mellan 60-80 km/tim. Jämfört med sommaren öppnas två luckor (57 x 57 cm) i bakstammen på både bil och släp. Vid undersökningen av luftrörelserna placerades en skiva i facket där containrarna var borttagna, dock ej i facken längst bak i bil och släp pga. att de ej gick att sätta fast.

I bilen kom luften in från sidoöppningarna och då främst från de fyra bakre. De bakre öppningarna var täckta till hälften och hastigheten var upp mot 9 m/s. Luckorna i bakstam ledde luften rätt ut med en medelhastighet på ca 1,5 m/s. Ovanför containrarna rörde luften sig bakåt längs med taket mellan 1,0 m/s och 5,5 m/s och nere bland containrarna framåt mellan 0,2 m/s till 1,3 m/s, se Figur 34. I bilen där luftrörelserna undersöktes vintertid var öppningarna i golvet tillfälligtvis stängda. Från de främre sidoöppningarna gick luften ut med en hastighet mellan 0,5 m/s till 5,0 m/s.

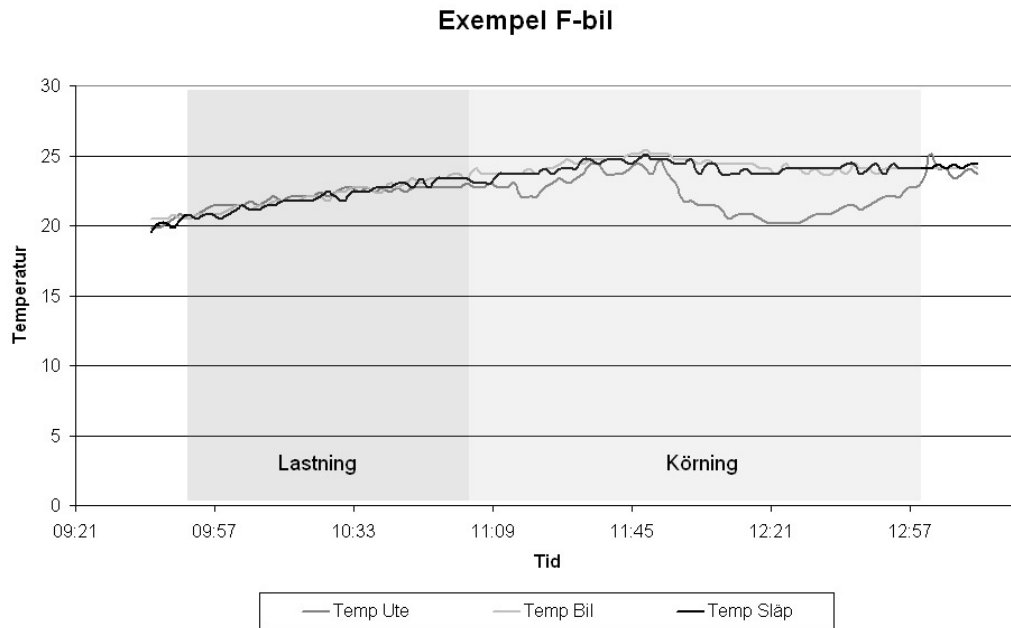
I släpets första sidoöppningar hade luften en hastighet in i släpet på ca 1,5 m/s. Hastigheten avtog sedan ju längre bak i släpets sidoöppningar man kom. Luft gick även in genom de öppningar där fläkten är placerad med en hastighet av ca 7,1 m/s. Ovanför containrarna rörde luften sig bakåt längs med taket mellan 1,5 m/s och 5,0 m/s och nere bland containrarna framåt mellan 0,1 m/s till 0,4 m/s. Luften gick ut genom luckorna i bakstammen med en hastighet på ca 1,6 m/s, genom de bakre sidoöppningarna med en hastighet på ca 0,6 m/s och genom golvöppningarna med en hastighet mellan 0,6 m/s till 2,5 m/s, enligt Figur 34.



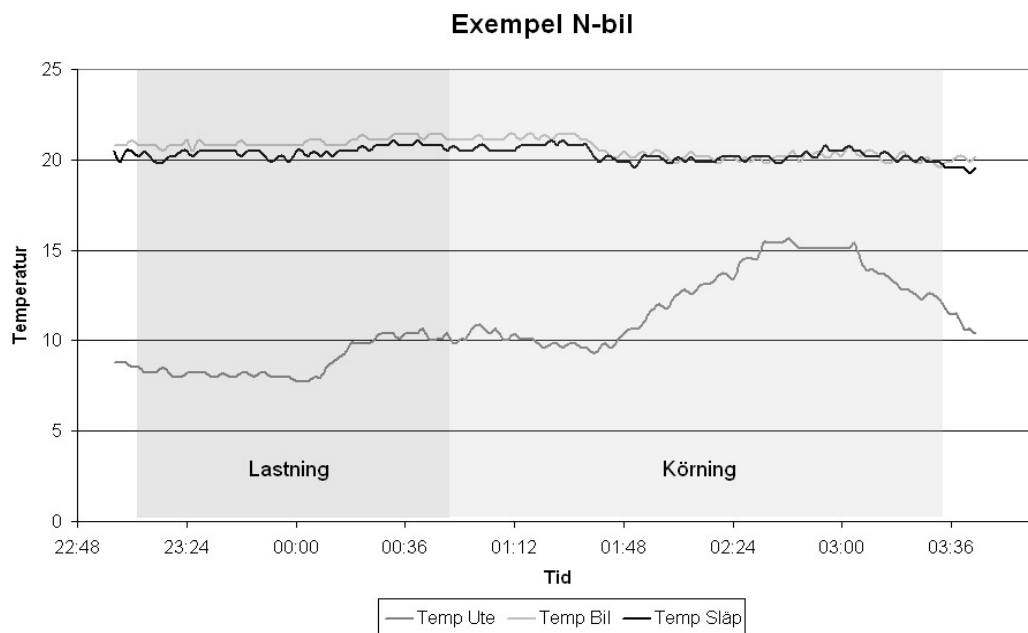
Figur 34. Luftrörelser i körande fordon, FN-bil och släp.

### 5.3 Långtidsregistreringar

Långtidsregistreringarna var mycket svårtolkade och gav därför ej tillfredställande resultat för att visa hur klimatet i fordonen utvecklades under transporterna. Orsaken till de mycket svårtolkade resultaten var dels av rent mätteknisk art, dels beroende på själva genomförandet av studien. Mätningarna gav dock hjälp inför intensivstudien. Figur 35 och Figur 36 visar exempel på hur resultaten blev för F- resp. N-bilar.



Figur 35. Exempel på resultat från långtidsregistrering av temperatur i F-bil.



Figur 36. Exempel på resultat från långtidsregistrering av temperatur i N-bil.

## 5.4 Intensivstudier under lastning och transport, sommar

### 5.4.1 Specialstudie av temperaturförhållanden i sid- och höjddled

De loggrar som placerades på insidan av den yttre lådväggen, dvs. mot fordonets långsida, visade lägre temperaturer än de loggrar som satt i containrarnas mitt. Exempel visas i Tabell 9. Störst skillnad var det i N-bilar både under lastning och körning. Under körning med N-bilar var skillnaden normalt mellan mitt och sida 3°C men kunde vara upp till 5°C. Vid något tillfälle var temperaturen i containersidan mycket nära utetemperaturen. Eftersom de högre temperaturerna är intressantare med hänsyn till djurens välfärd så har de loggarna som placerats vid ytterväggen under olika transporter ej tagits med i resultatsammanställningen.

Vid en transport med F-bil gjordes en specialstudie av temperaturfördelningen i höjddled genom att en logger för temperatur och fukt placerades i varje våning fack 1. Körtiden var endast 38 minuter och utetemperaturen 21°C. Vid ankomst var det varmast i våning 1 (30°C), våning 5 hade 26°C medan högst uppe var temperaturen den samma som utetemperaturen, 21°C, dvs. 9°C:s höjning på 10 våningar. Under körningen stiger temperaturen i de fyra nedersta våningarna medan den sjunker i de fyra översta.

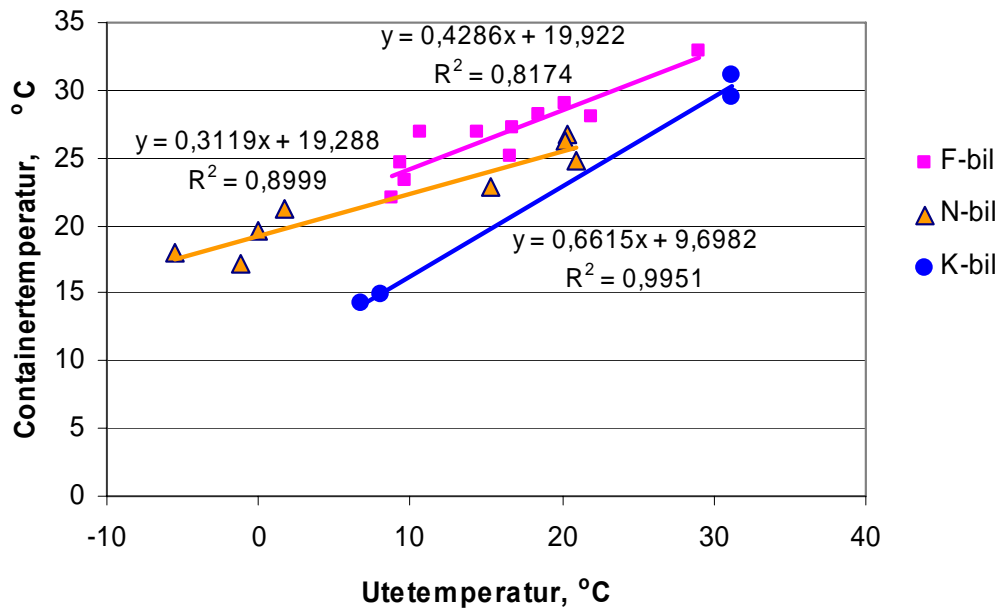
Tabell 9. Exempel på medeltemperatur i containrars mitt och sida vid lastning och körning i F- och N-bilar

Transport nr och biltyp	Lastning		Körning	
	Mitt, °C	Sida, °C	Mitt, °C	Sida, °C
4, F-bil	34,24	32,62	35,84	34,16
8, N-bil	24,12	21,51	28,84	26,39
9, N-bil	24,58	23,20	30,52	26,56

### 5.4.2 Generella samband mellan medeltemperatur ute och i containrar

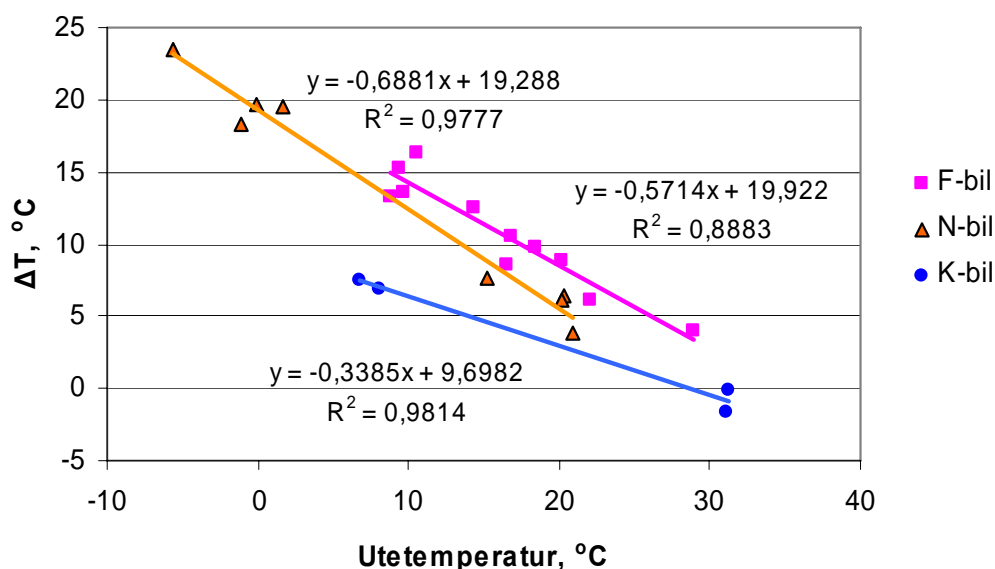
Sambandet mellan medeltemperaturen utomhus och medeltemperaturen i containrarna för de olika typerna av bilar visas i Figur 37. Utetemperaturen under körningarna har varierat mellan -6°C till 32°C. I skåpet har medeltemperaturen varierat mellan 14°C till 31°C. Sambandet mellan utetemperaturen och skåptemperaturen är mycket stark, korrelationskoefficienten ligger mellan 0,9 till 1,0. När det är över 30°C ute, dvs. mycket varmt ger K-bilarna en containertemperatur som ligger under utetemperaturen, troligen beroende på evaporativ kylning pga. avdunstningen från träck i lådorna. Medeltemperaturen i F-bilarna blir högre än i N-bilarna. Den lägsta medeltemperaturen i släpet på F-bilar varit 20°C, men det finns stora variationer, se Tabell 12 nedan. För K-

bilarna är det svårt att extrapolera trendlinjen för att skatta containertemperaturen vid minusgrader eftersom datapunkterna vid 8°C är med kapellet neddraget.



Figur 37. Samband mellan medeltemperaturen utomhus- och medeltemperaturen mitt i containrarna under körning för 23 studerade transporter sommar och vinter.

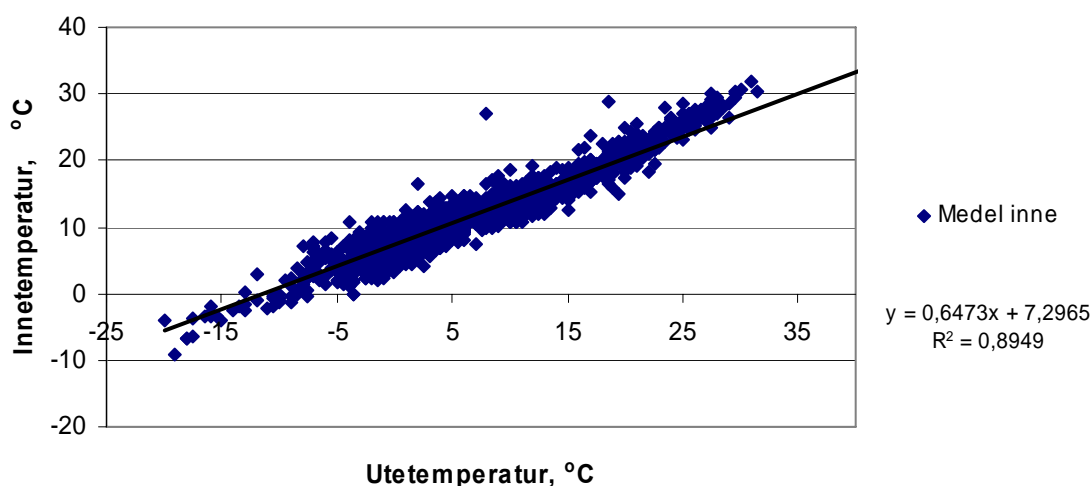
Ett viktigt mått på hur ventilationen fungerar är hur stor temperaturskillnaden blir mellan skåp och ute under körning. Sambandet mellan temperaturen utomhus och skillnaden mellan utomhus och medeltemperaturen mitt i containrar i olika fack i fordonet,  $\Delta T_{trp}$ , visas för samtliga 23 transporter i Figur 38. Datapunkterna är skilda för de olika typerna av bilar. Det är en logisk minskning av  $\Delta T_{trp}$ , med stigande utetemperatur för alla biltyper. K-bilar har den lägsta temperaturhöjningen. F-bilar har en högre genomsnittlig temperaturhöjning än N-bilarna. Determinationskoefficienten,  $R^2$ , är mycket hög. I Figur 38 framgår i likhet med Figur 37 att K-bilar får negativt  $\Delta T$  vid utetemperaturer över 30°C och att F-bilar blir varmare inne än N-bilar.



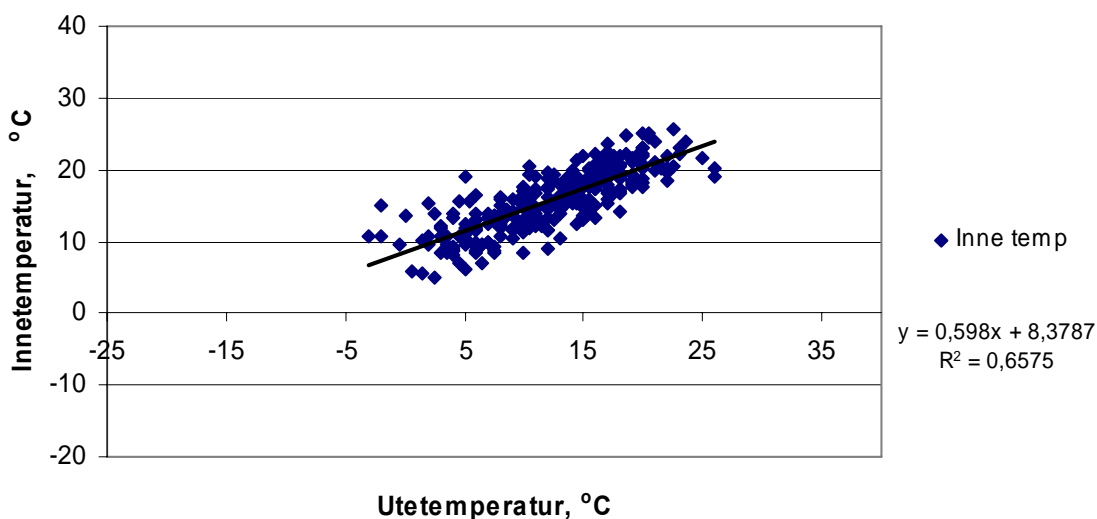
Figur 38. Sambandet mellan temperaturen utomhus och skillnaden mellan utomhus- och medeltemperaturen mitt i olika containrar i fordonet,  $\Delta T_{trp}$ , under körning med olika typ av bilar. Samtliga 23 körningar sommar och vinter.

Ett alternativt sätt att visa sambandet mellan ute- och skåptemperaturen är att plotta samtliga ute- och innetemperaturer från transportföljesedlarna oktober 2005 till oktober 2006 för F- och FN-bilarna. Temperaturgivarna i skåpet hos F- och FN-bilarna sitter på insidan av högra väggen ca 0,5 meter från taket. I bilen finns två givare och i släpet tre jämnt fördelade längs vägen. Vid avläsningen bildar chauffören ett medeltal för bil resp. släp. Figur 39 visar sambandet mellan ute och innetemperatur för F- och FN-bilarna. Regressionslinjen visar ett mycket starkt samband med  $R^2 = 0,89$ . Regressionslinjen visar att vid utetemperaturer under  $-1^\circ\text{C}$  blir det minusgrader i skåpet. Vid dessa körningar har det varit plusgrader i skåpet vid avfärd men genom den uteluftström som kommer från fläktöppningarna i framstammen och går över containrarna under körning, se Figur 34, är det minusgrader vid avläsningen 2 timmar efter avfärd. Under intensivstudien vinter uppmättes vid en körning med N-bil en containertemperatur i släpet som låg nära utetemperaturen, se Figur 73.

Sambandet mellan ute- och skåptemperatur för N-bilar för körningar från april till oktober 2006 visas i Figur 40. Temperaturgivarna sitter i taket men är inte utsatta för samma uteluftström som givarna i F-bilarna. Sambandet mellan ute och skåptemperatur är tydligt, då  $R^2 = 0,66$ . En betydligt större variation i skåptemperatur vid samma utetemperatur finns i N-bilar jämfört med F-bilar.



Figur 39. Samband mellan utetemperatur och innetemperatur under körning med F- och FN- bil enligt transportföljesedlar oktober 2005 till oktober 2006.

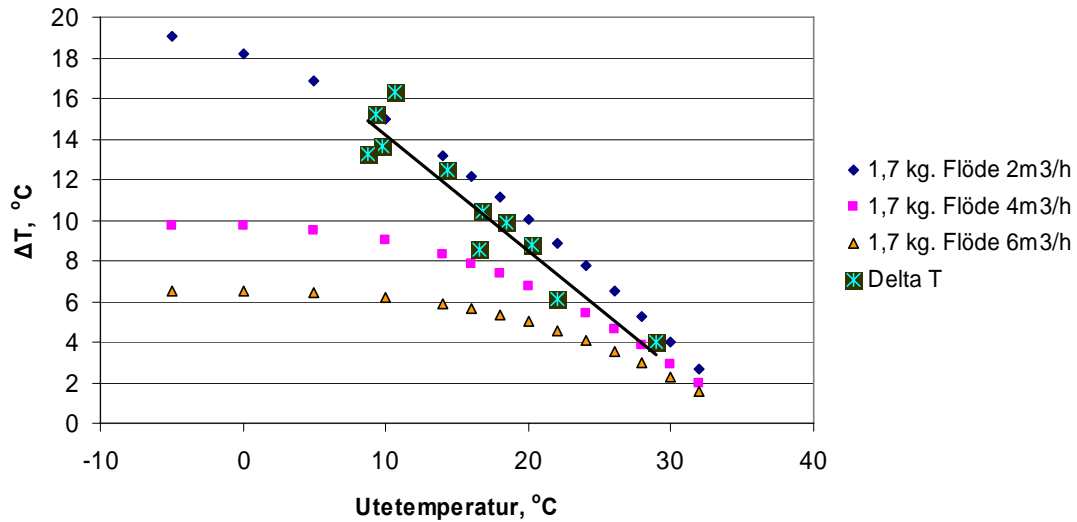


Figur 40. Samband mellan utetemperatur och innetemperatur under körning med N-bil sommar enligt transportföljesedlar från april – oktober 2006.

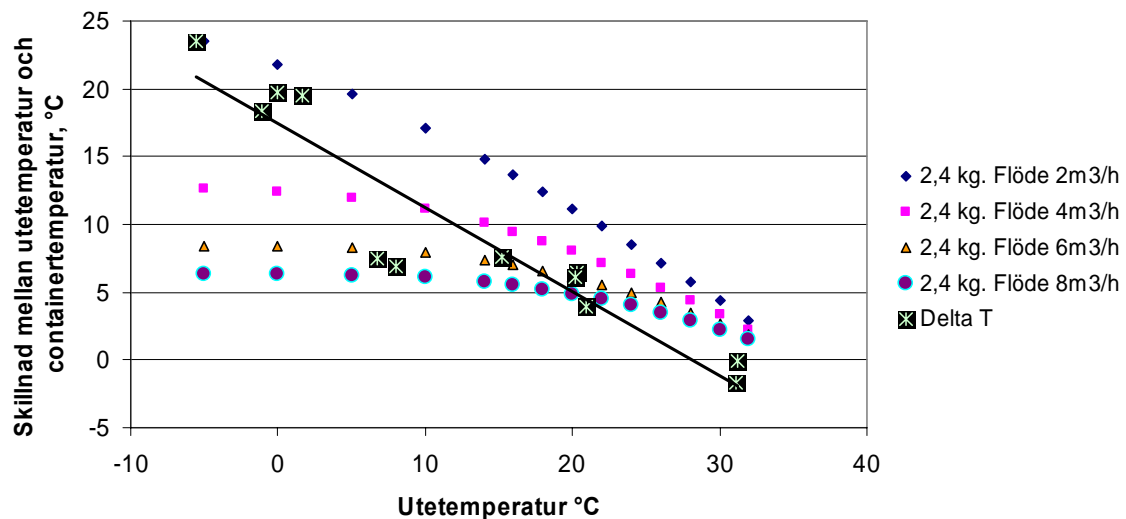
Beräknar man den teoretiska temperaturskillnaden mellan skåp och ute,  $\Delta T_{trp}$ , för olika utetemperaturer, kycklingvikt och ventilationsflöde och jämför med uppmätta värden, kan man skatta hur stort ventilationsflödet i medeltal har varit i skåpet. Detta har gjorts för 1,7 kg kycklingar i F- och FN-bilar vid tre olika luftflöden; 2, 4, och 6 m<sup>3</sup>/h och kyckling, se Figur 41. För FN-bilar vid utetemperaturer under 11°C blir flödet 2,6 m<sup>3</sup>/h och kyckling och i F-bilar vid temperaturer över 15°C mellan 3 och 4 m<sup>3</sup>/h och kyckling. Den uppmätta fläktkapaciteten var 4,4 m<sup>3</sup>/h och kyckling.

För kycklingar som väger 2,4 kg med teoretiska ventilationsflöden mellan 2 till 8 m<sup>3</sup>/h och kyckling finns 11 körningar, se Figur 42. För N-bilar verkar flödet vara lite

över 2 m<sup>3</sup>/h och kyckling när det kallare än 5°C utomhus. Vid 15 - 20°C utomhus verkar flödet vara 6 m<sup>3</sup>/h och kyckling. För K-bilar är flödet vid helt öppen bil betydligt över 8 m<sup>3</sup>/h och kyckling. Med kapellet nere blir flödet mellan 6 och 8 m<sup>3</sup>/h och kyckling.



Figur 41. Samband mellan medeltemperaturen ute och skillnaden mellan container- och utetemperatur,  $\Delta T_{trp}$ , under 11 körningar, samt teoretiskt samband med antagen kycklingvikt 1,7 kg och luftflöden; 2, 4 och 6 m<sup>3</sup>/h och kyckling.

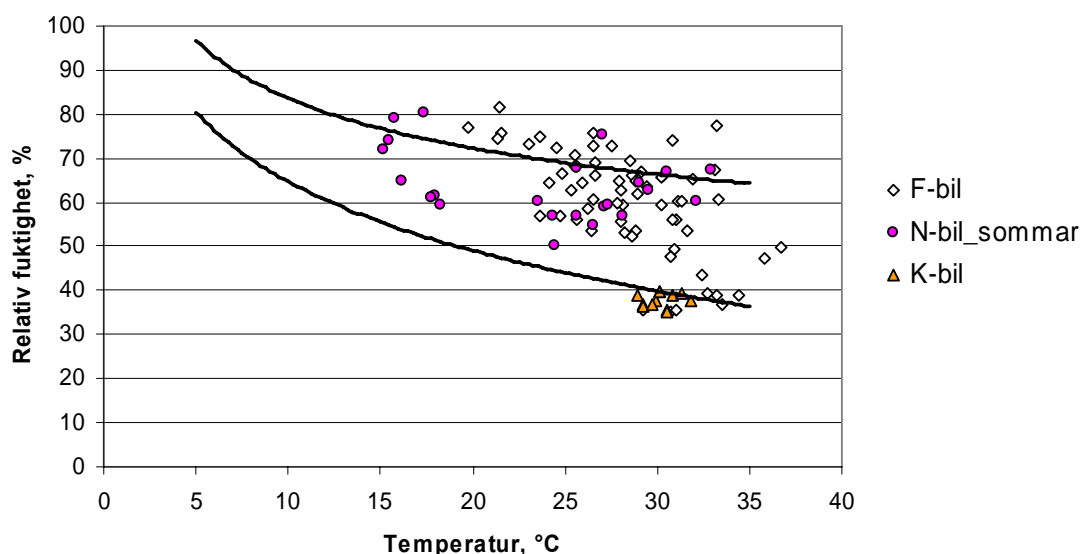


Figur 42. Samband mellan medeltemperaturen ute och skillnaden mellan container- och ute temperatur,  $\Delta T_{trp}$ , under 11 körningar, samt teoretiskt samband med antagen kycklingvikt 2,4 kg och luftflöden; 2, 4, 6 och 8 m<sup>3</sup>/h och kyckling.

### 5.4.3 Generellt samband mellan temperatur och relativ fuktighet i containrar

Medelvärden för relativ fuktighet och temperatur i mitten av containrarna under körning har plottats för samtliga körningar dels för sommar dels för vinter Figur 43 resp. Figur 44. Ett principintervall för hur fuktigheten ändras med temperaturen har också lagts in i figurerna.

Under sommar-körningar då utetemperaturerna varierade mellan 13 och 31°C var det en mycket stor spridning på fuktigheten vid samma containertemperatur, se Figur 43. Den övre intervallgränsen överskrids ofta. Det finns i huvudsak två förklaringar till denna spridning, dels fukten i uteluften som sommartid varierar mycket och dels placering av containern i kombination med biltyp. I F-bilar finns många observationer med hög fuktighet i kombination med hög temperatur. Denna kombination ger hög värmestress, se ang. THI avsnitt 5.4.5. N-bilar är bättre än F-bilar och K-bilar mycket bra i detta avseende. Ytterligare en förklaring till skillnader i fuktighet kan vara att kycklingarna varit torra eller våta.



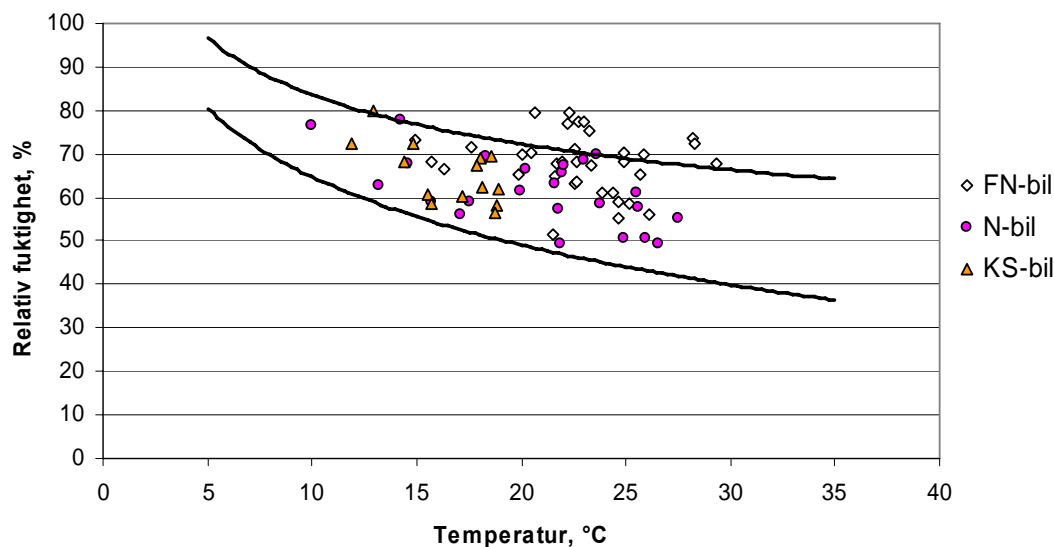
Figur 43. Generellt samband mellan temperatur och relativ fuktighet i containrar under körning med F-, N- och K-bil sommar.

### 5.4.4 Generellt samband mellan relativfuktighet ute och i containrar vinter

För vinter finns det kraftigt avvikande värden med hög fuktighet, t.ex. 73% vid 28°C och 68% vid 29°C, se Figur 44. Vid 21 till 23°C kan fuktigheten vara mellan 75-80%. Samtliga av dessa observationer är gjorda i FN-bilar, både längst fram och bak i bilen



samt nere fram till bak och även uppe i släpet fom mitten. I N- och KS-bilar är fuktigheten inom ”gränserna”.



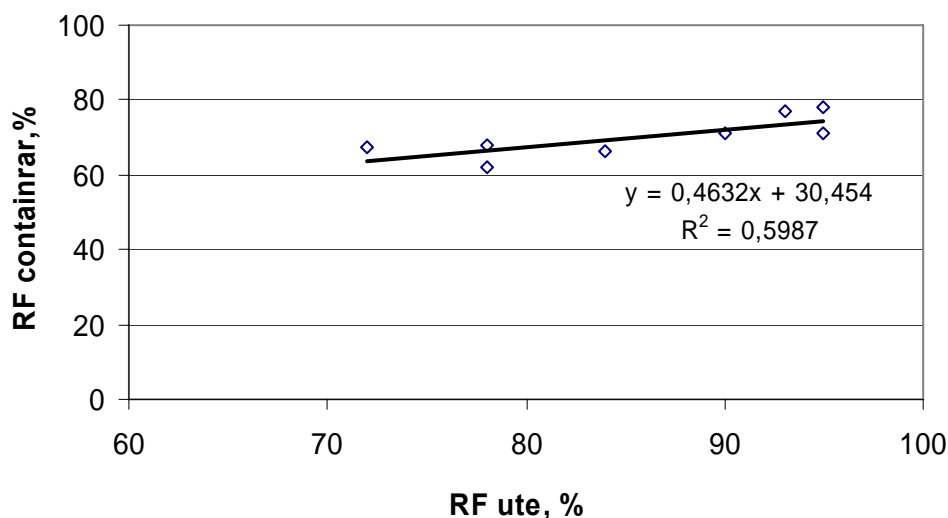
Figur 44. Generellt samband mellan temperatur och relativ fuktighet i containrar under körning med FN-, N- och KS-bil vinter.

I Tabell 10 redovisas medeltemperatur och luftfuktighet ute samt medelvärdet av de tre högsta observationer av relativ fuktighet i N- och FN-bilar vid körning under vinter. Relativa fuktigheten ute under transport 1 – 3 med körning i FN-bilar har varit över 90% och medelvärdet för de tre containrar med högst fuktighet varit över 71%.

Av Figur 45 framgår tydligt att relativa fuktigheten i N- och FN-bilarnas containrar är starkt korrelerad med ökande fuktighet i uteluften,  $R^2$  är 0,60.

Tabell 10. Medeltemperatur ute enligt egna mätningar och RF ute enligt SMHI samt medel RF av de tre högsta observationer under körning med N- och FN-bilar, vinter.

Transport nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Temp ute, °C	10,6	9,7	10,3	9,3	- 0,2	-1,2	1,7	-5,4
RF ute, %	93	95	95	84	72	78	78	90
RF medel av 3 högsta obs, %	76,8	78,0	71,0	66,3	67,5	62,2	67,8	71,3



Figur 45. Medelvärde för relativ fuktighet i de tre containrar med högst RF och relativ fuktighet utomhus enligt SMHI under körning med FN- och N-bilar, vinter.

#### 5.4.5 Värmestressindex THI

Ett vedertaget sätt att väga samman temperatur och relativ fuktighet till ett värmestressindex är "Temperature Humidity Index", THI. Normalt använder man en kombination av torr temperatur och daggpunktstemperatur. NRC (1971) har givit formeln för THI där man kan använda relativa fuktigheten i stället för daggpunktstemperaturen, ekvation 1.

$$THI = (1,8 \cdot T_{db} + 32) - (0,55 - 0,0055 \cdot RH) \cdot (1,8 \cdot T_{db} - 26) \quad \text{ekv 1}$$

där

$T_{db}$  = torra temperaturen, °C

RH = relativ fuktighet, %

Figur 46 visar de olika klasserna i THI som används av U.S. National Weather Service for Advisories, USDC-ESSA (1970) för olika stressnivåer vid olika THI. THI över 79 är klart värmestressande och betecknat med varning. 28°C och 60% RF ger THI = 74 dvs. acceptabelt medan samma temperatur och 75% ger THI = 79 dvs. "varning".

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	RH %
20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	
22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	70	71	71	72
24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	
26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79	
28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	
30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	
34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
36	77	78	79	80	81	82	83	82	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	
38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	
40	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104	

C°

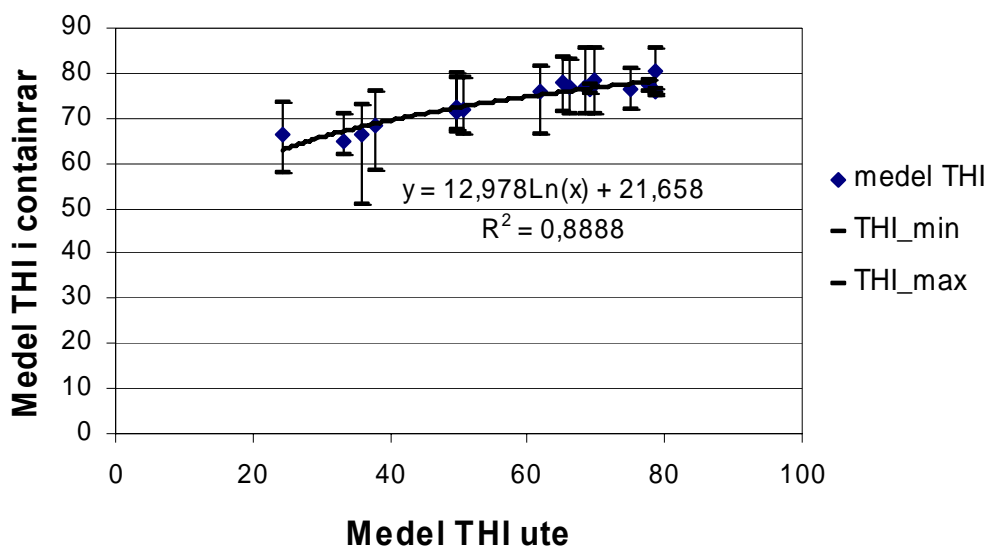
Figur 46. Samband mellan olika THI nivåer och värmestress där  $THI \leq 74$  anses normalt, 75-78 varning, 79-82 fara,  $\geq 84$  akut fara. (efter USDC-ESSA, 1970).

CIGR har formulerat ”max 90-regeln” som rekommendation för bra stallklimat. Regeln säger att summan av det numeriska värdet för relativ fuktighet och temperatur inte skall överstiga 90. Beräknas THI utifrån dess kombinationer i Tabell 11 så finner man att  $THI = 79$  vid ungefär  $30^{\circ}\text{C}$  och  $60\% \text{ RH}$ .

Tabell 11. THI för kombination av relativ fuktighet och temperatur enligt ”max-90-regeln”

Temperatur, °C	10	20	25	30	35
Relativ fukt; %	80	70	65	60	55
THI	51	66	73	80	86

Det finns ett starkt samband mellan THI-ute under körningen och medelvärde av THI i skåpet, se Figur 47. Korrelationskoefficienten är 0,89 om två korta körningar exkluderas. Endast en körning har haft THI-medel över 80. I figuren finns även markerat THI för den container med det högsta och lägsta THI under körningen. Det finns sammanlagt 8 körningar som har haft containrar med THI över 80 och som redan börjar inträffa när THI- ute är 60 dvs. vid en utomhustemperatur på  $16^{\circ}\text{C}$ . Detta faktum kommer att kommenteras mer under respektive biltyp nedan.



Figur 47. Samband mellan medelvärden av THI i containrar och medel THI utomhus under körning vid 17 av samtliga 23 transporter sommar och vinter.

## 5.5 F-bilar

### 5.5.1 Temperaturutveckling

Temperatur ute och i containrar under körning med F-bilarna vid start från uppfödaren och ankomst till slakteriet redovisas i Tabell 12. Max medel T bil/släp är temperaturen i den container som haft högst medeltemperatur under körningen. Min medel T är temperaturen i den container som haft lägst medeltemperatur under körningen.  $\Delta T$  max/min är skillnaden mellan max- och minimimedeltemperaturen.

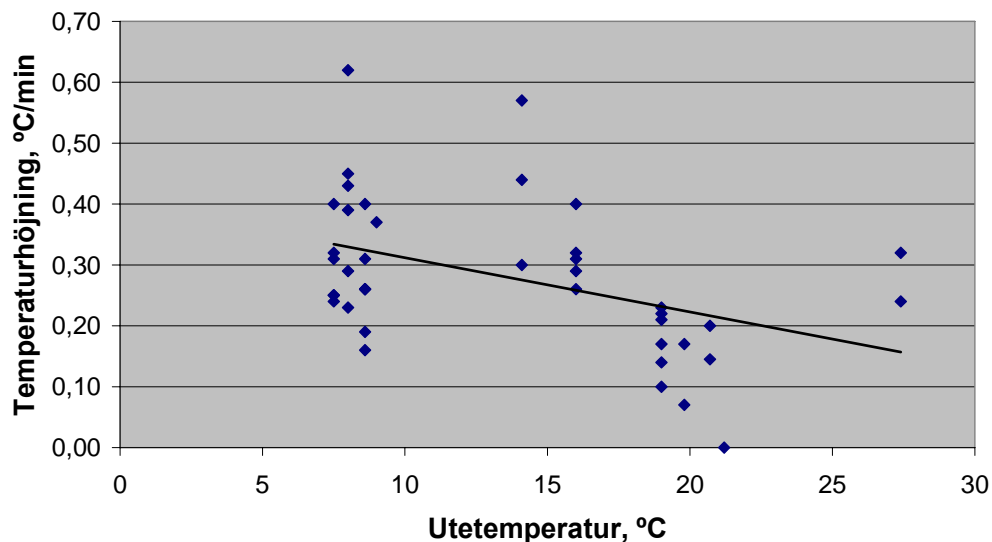
Tabell 12. Temperaturer ute och inne i vid körningar med F-bilar sommar

Trp nr	Ute T start körning	Ute T ankomst	Max medel T bil	Max medel T släp	Min medel T bil	Min medel T släp	$\Delta T$ max/min bil	$\Delta T$ max/min släp
1	13,6	16,8	31,1	29,4	23,6	19,7	7,5	9,7
2	19,9	22,1	31,0	33,1	28,7	26,2	2,3	6,9
3	23,6	26,5	30,7	31,6	24,7	26,5	6,0	5,1
4	28,4	31,4	33,5	36,7	29,2	31,0	4,3	5,7
5	17,1	18,1	26,7	31,6	21,4	25,7	5,3	6,0
6	17,8	18,0	25,0	33,3	21,3	20,4	3,7	12,9
7	19,0	21,8	31,2	31,9	26,5	25,5	4,7	6,4

Temperaturskillnaderna var oftast högre i släpet än i bilen. Transport 6 hade mycket stor temperaturskillnad i släpet jämfört med transport 7. Båda lastades bakifrån till fram och kördes från samma uppfödare. Förklaringen är att under transport 6 var

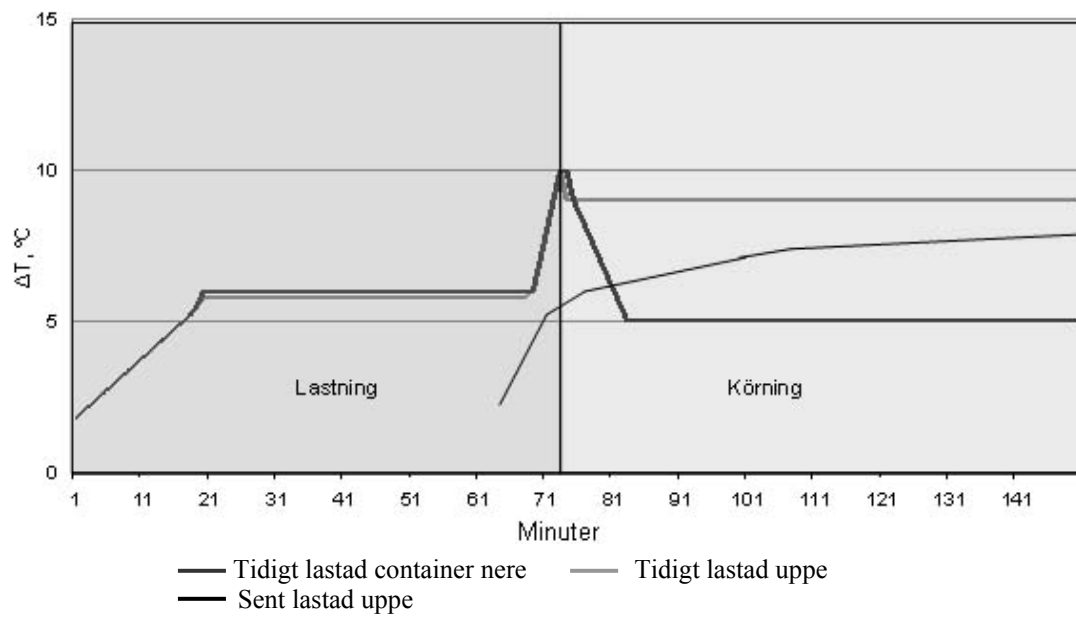
temperaturen i fack 9 våning 8 låg ( $21^{\circ}\text{C}$ ) samtidigt som fack 5 våning 2 hade mycket hög temperatur ( $34^{\circ}\text{C}$ ). Under transport 7 fanns den högsta temperaturen i fack 1 våning 2 ( $32,5^{\circ}\text{C}$ ), samma temperatur som under transport 6, medan den lägsta temperaturen var i fack 9 våning 2 ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Medeltemperaturen i container 9 våning 8 var  $7^{\circ}\text{C}$  varmare under transport 7 jmf. med transport 6. Det är mycket svårt att hitta en förklaring till denna stora temperaturskillnad i en container på samma plats mellan två körningar vid i stort sätt samma yttre förhållanden. Bilarna var olika men med samma utförande.

F-bilarna lastades både framifrån till bak och bakifrån till fram vid intensivstudien sommartid. För att visa temperaturutvecklingen i containrar efter lastning har den beräknats för de första 20 minuterna på fordonet, se Figur 48. Temperaturökningen i en lastad container varierar mycket mellan containrarna och även mellan transporterna. Temperaturökningen kan variera från  $0,05^{\circ}\text{C}/\text{min}$  till  $0,60^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Tar man hänsyn till vinterförhållanden blir temperaturökningen lägre vid högre utetemperatur.



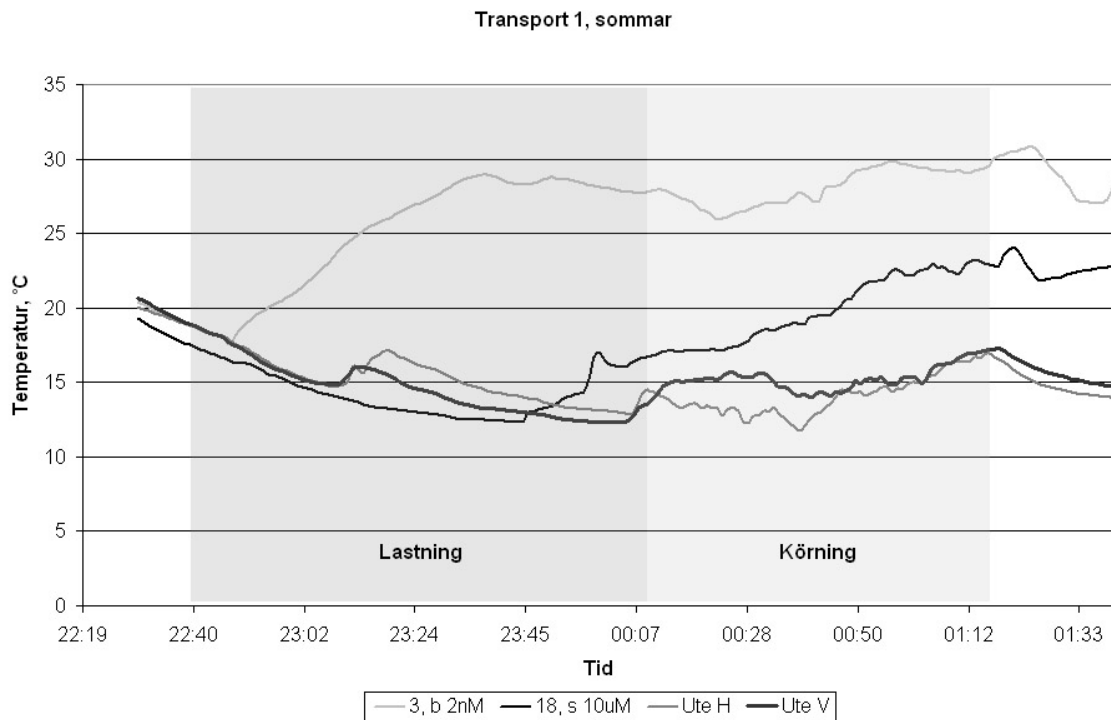
Figur 48. Temperaturökning i olika containrar under de första 20 minuterna efter lastning i F-bil och FN bil vid fem transporter sommar resp. fyra transporter vinter.

Genom att studera samtliga lastningar och transporter kan ett principiellt förlopp av temperaturutvecklingen illustreras, se Figur 49. Efter att containern lastats på bilen stiger temperaturen kontinuerligt. När sidorna stängs och fläktventilationen kan verka effektivt stabiliseras temperaturen. Efter start körning/fläktar kommer temperaturen att sjunka i den undre främre containern, men ligga kvar i den övre främre. I sent lastade containrar hinner inte temperaturen stiga så mycket innan bilen stängs och körningen startar. I den sent lastade containern stiger temperaturen hela tiden under körning.



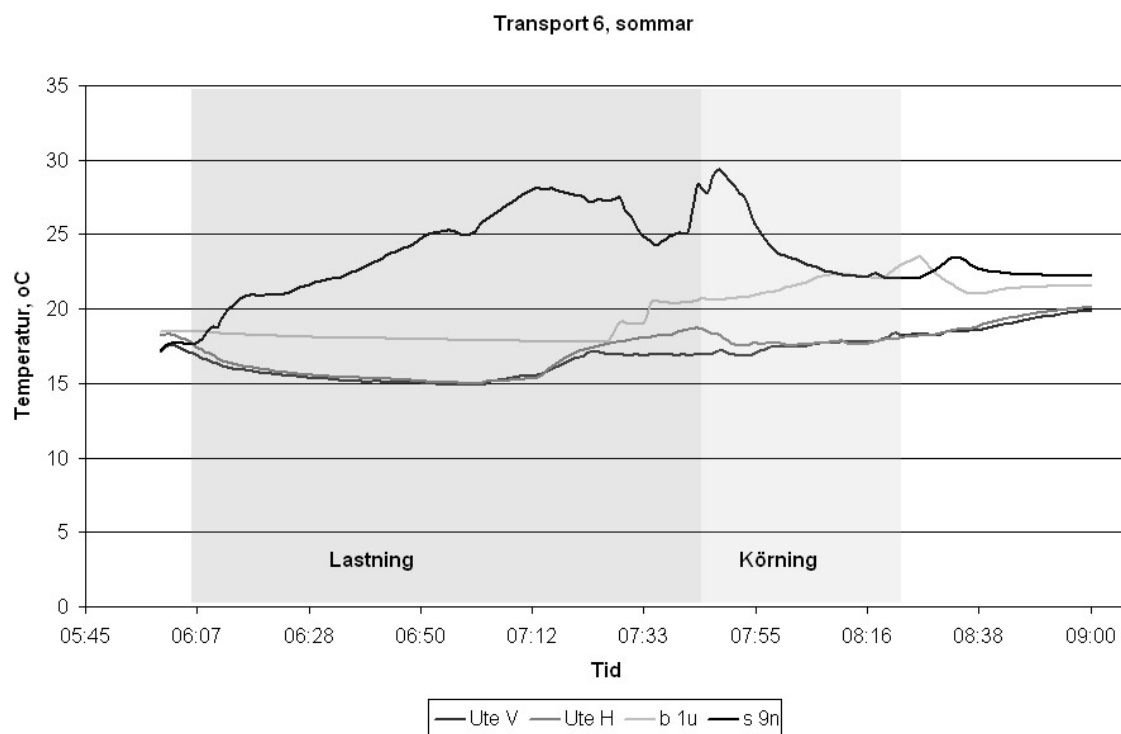
Figur 49. Principbild för temperaturutveckling i tidigt lastade containrar i F-bil under sommarhalvåret med två olika placeringar uppe resp. nere i fack 1 samt i ett sent lastad fack 10 uppe.

I en genomförd transport med lastning framifrån till bak och utomhustemperatur 13 till 15°C så steg temperaturen i den tidigt lastade containern snabbt under lastningen till ungefär 28°C. Där stabiliserar sig temperaturen och förblir på den nivån även under körning. Temperatur i den sent lastade containern stiger under hela den en timme långa körningen, men kommer ändå inte upp till mer än 23°C, se Figur 50.



Figur 50. Temperaturutveckling i F-bil, sommar (transport 1) lastad framifrån till bak, dels i en tidigt lastad container i fack 1, våning 2 i bilen och dels i en sent lastad container i fack 10, våning 8 i släpet. Bilens sidor stängs klockan 23:07. Utomhustemperatur: 13-15 °C.

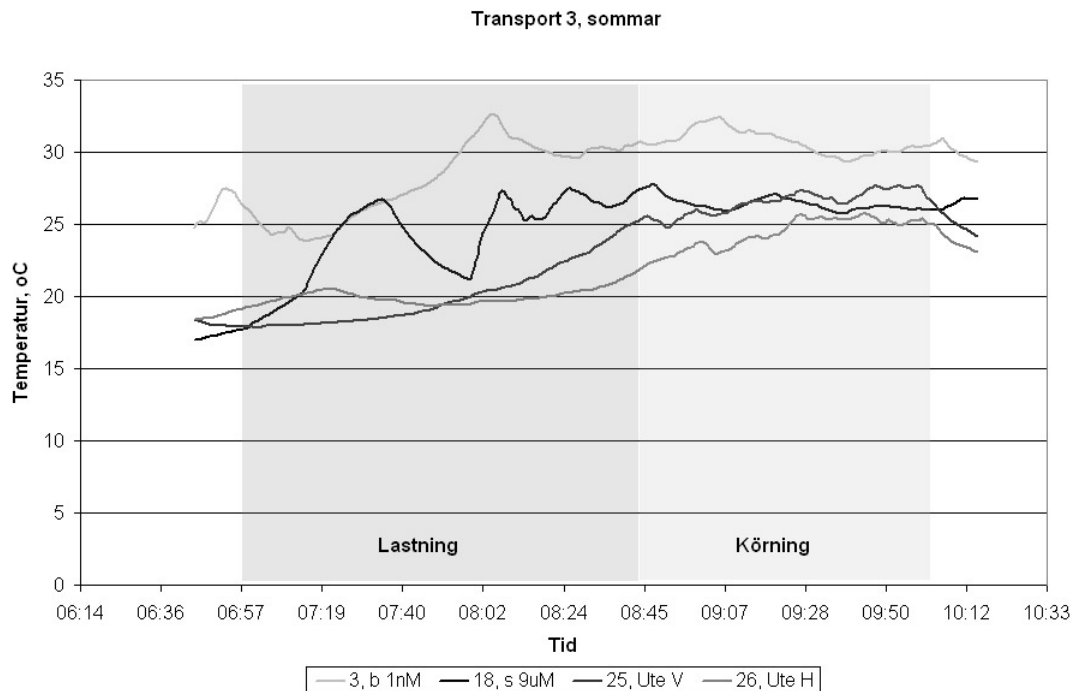
Vid lastning bakifrån till fram med utomhustemperatur på 15-17°C så höjs temperaturen snabbt till ungefär 28°C i den tidigt lastade containern tills sidorna på släpet stängs. Under körning sänks temperaturen till ungefär 22°C. Temperaturen i den sent lastade containern höjs kontinuerligt under körning till samma temperatur som den tidigt lastade, det vill säga 22°C, se Figur 51.



Figur 51. Temperaturutveckling i F-bil, sommar (transport 6) lastad bakifrån till fram, dels i en tidigt lastad container i fack 9, våning 2 i släpet och dels i en sent lastad container i fack 1 våning 2 i bilen. Bakre halvan av släpet, fack 6-10, stängs klockan 07:00. Släpet stängs helt klockan 07:12. Utomhustemperatur: 15-20°C.

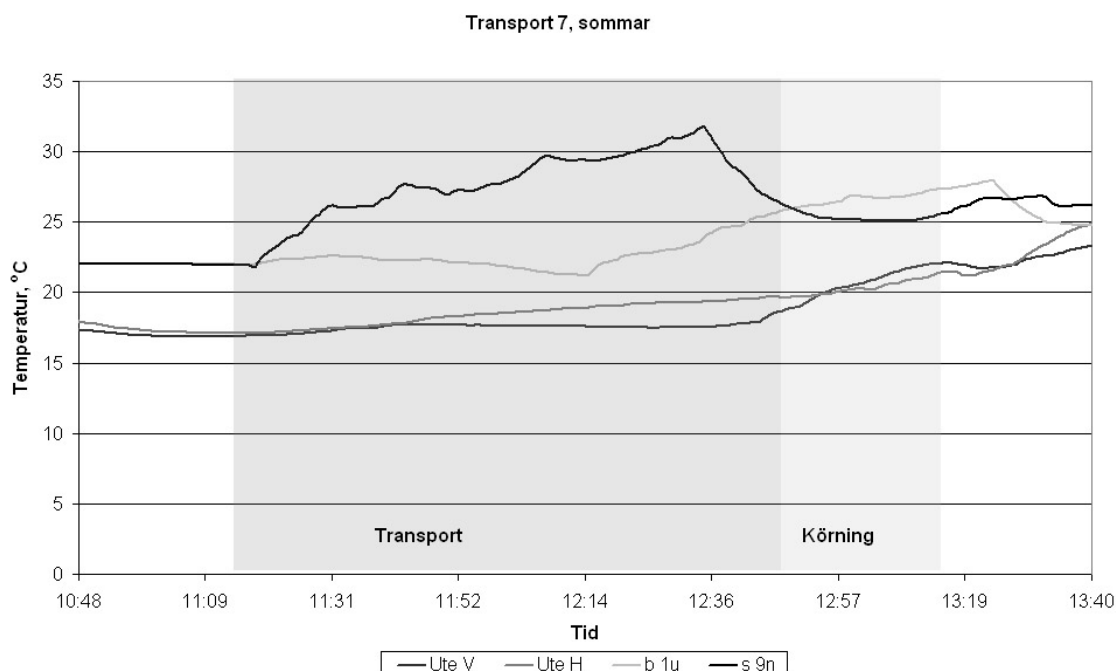
En generell slutsats är att temperaturen under transport är högre än under lastning och att en tidigt lastad container får en högre medeltemperatur än en sent lastad.





Figur 52. Temperaturutveckling i F-bil, sommar (transport 3) lastad framifrån till bak dels i en tidigt lastad container i fack 1, våning två i bilen där bilens sidor stängs 7:24, och dels i sent lastad container i fack 9, våning åtta i släpet, som sätts in 8:15. Utomhustemperatur: 18-27 °C.

Vid lastning framifrån och bak med varmare utomhustemperatur mellan 18-27°C höjs temperaturen snabbt under lastningen i den tidigt lastade containern till 32°C där den stabiliseras. Temperaturen i den sent lastade containern blir ungefär samma som utomhustemperaturen, det vill säga 26°C, se Figur 52.



Figur 53. Temperaturutveckling i F-bil, sommar (transport 7) lastad bakifrån till fram dels i en tidigt lastad container i fack 9, våning två i släpet och dels i en sent lastad container i fack 1, våning åtta i bilen som sätts in 12:17. Både bil och släp stängs när hela ekipaget är färdiglastat. Utomhustemperatur: 17-22 °C.

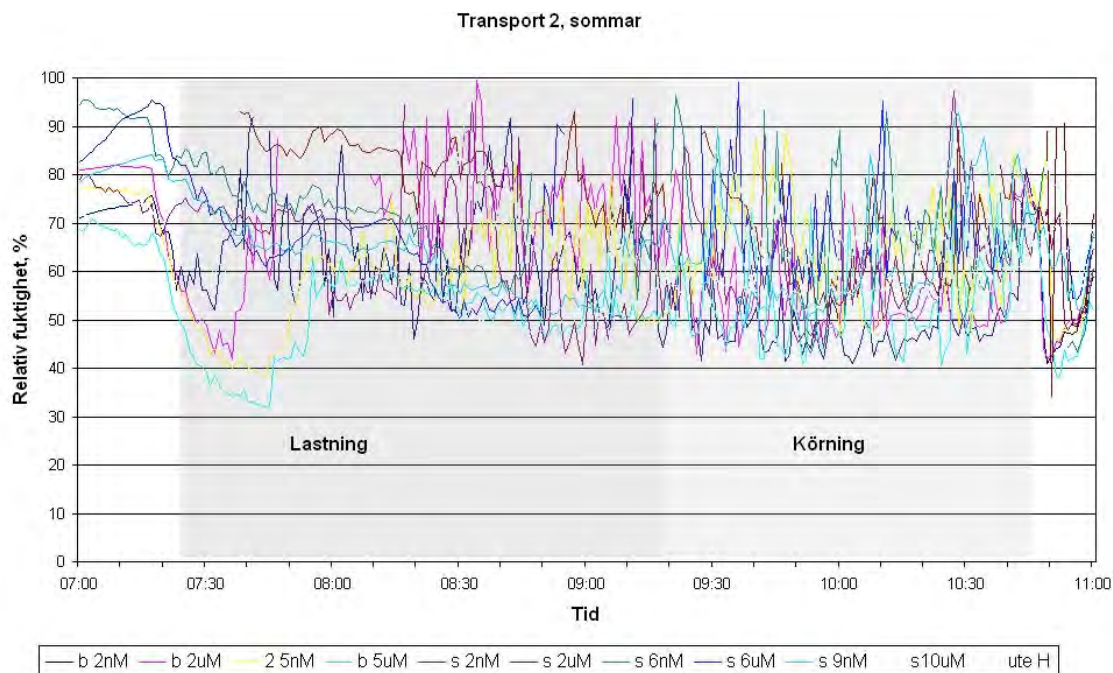
Vid lastning bakifrån och fram med utomhustemperatur på ungefär 17-22°C så höjs temperaturen snabbt under lastningen i den tidigt lastade containern till ungefär 30°C. Temperaturen sänks till 27°C då bilen stängs och sjunker ytterligare under körningen till ungefär 25°C. Den sent lastade containerns temperatur höjs under körning och blir ett par grader högre än den tidigt lastade, dvs. 27°C (Figur 53).

### 5.5.1.1 Sammanfattning av temperaturutveckling i F-bil

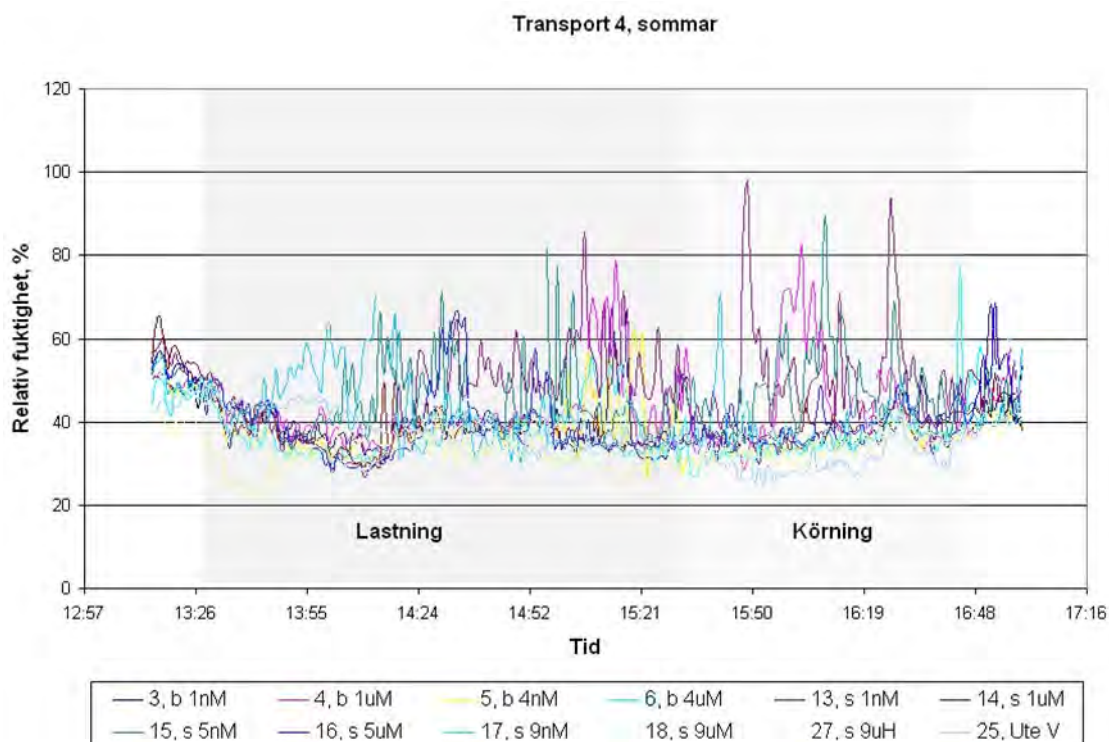
Temperaturutvecklingen är i princip densamma i både bil och släp. Vid lastning stiger temperaturen så fort containern lastats på fordonet. Vid lastning med sidan öppen gör fläktarna liten nytta och då endast i de bakersta containrarna. Någon naturlig tvärventilation kan inte åstadkommas pga. att ena sidan inte går att öppna. När fläktarna startas vid stängd bil sjunker temperaturen både uppe och nere i de bakre containrarna. I de undre containrarna från mitten och framåt stiger dock temperaturen och blir högre ju längre fram man kommer. Värmen i de bakre containrarna ”trycks framåt” genom luftströmlarna som fläktarna ger, bakåt över containrarna ned efter bakstam och sedan framåt. Även uppe i den främsta containern stiger temperaturen av samma skäl. Med lastning bak till fram blir det större temperaturvariationer mellan containrar längst ner bak och framme jämfört med lastning fram till bak. Fack 1 är oftast varmest av de containrar som undersökts, både i bil och släp. Vid ankomst till slakteriet kan det vara 10°C varmare nere längst fram i släpet jämfört med längst bak, trots att släpet lastats bakifrån till fram.

### 5.5.2 Relativ fuktighet i F-bilar

Då relativa fuktigheten vid mätinstrumenten ibland översteg 100% blev resultaten svårtydda eftersom givaren nollställer sig själv. Resultaten visar att fuktigheten i fordonet är beroende av fuktigheten ute, se Figur 54 och Figur 55.



Figur 54. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i F-bil, sommar (transport 2) vid en utomhustemperatur på 20°C vid laststart och 22°C vid ankomst till slakteriet.



Figur 55. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i en F-bil, sommar (transport 4) vid en utomhustemperatur på 28,4°C vid laststart och 31,5°C vid ankomst till slakteriet.

När relativa fuktigheten utomhus är mellan 60 och 70%, så ligger luftfuktigheten i containrarna mellan 50 och 80%. Vid en luftfuktighet utomhus mellan 30 till 40%, så ligger luftfuktigheten i containrarna på ungefär 30-60%, se Figur 54 resp. Figur 55.

### 5.5.3 THI i F-bilar

Genomsnittliga THI -värden på olika platser i fyra F-bilar med släp lastat framifrån till bak och två F-bilar med släp lastat bakifrån till fram redovisas i Figur 56.

F-bil lastad fram-bak (4 trp)

79	78
79	74

80	79	77
79	<b>83</b>	72

F-bil lastad bak-fram (2 trp)

73	
75	70

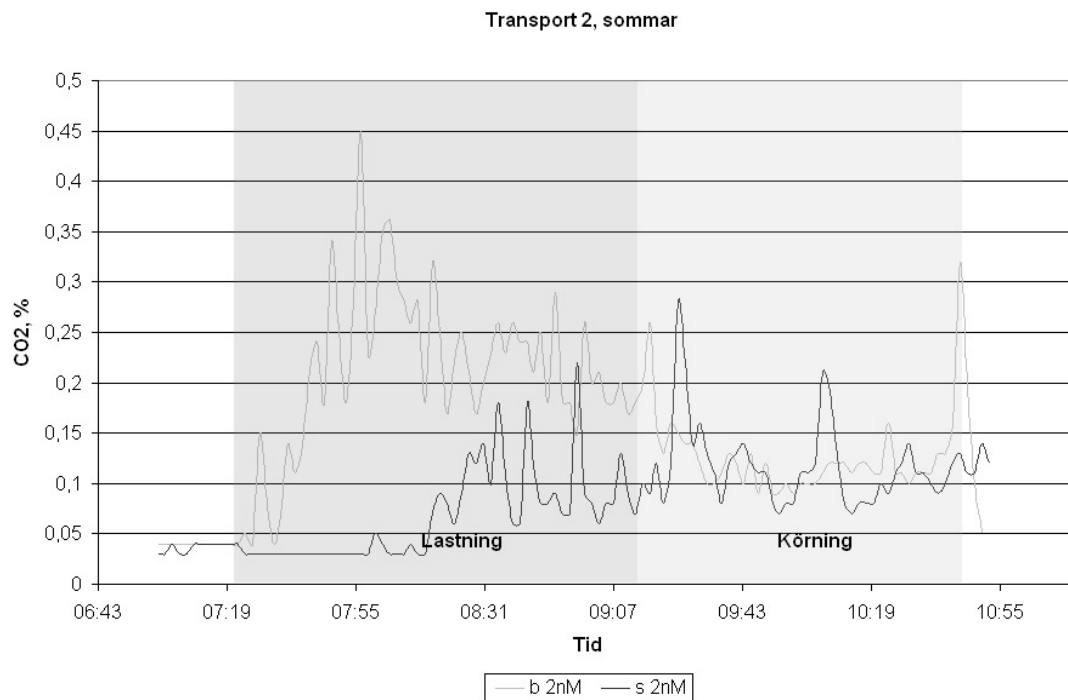
	76	81
83	<b>84</b>	74

Figur 56. Medel THI på olika platser i bil och släp i F-bilar lastade dels fram-bak dels bak-fram. Gråmarkerade fält =  $\text{THI} \geq 79$ .

Av Figur 56 framgår att det under sommaren finns många platser i F-bilarna med höga THI över 79 dvs. ”varning”. Lastning bakifrån till fram ger minst värmestress. Släpet har i båda lastningsalternativen högst värden och varmast ner i mitten av släpet och framåt.

#### 5.5.4 Koldioxid i F-bilar

Ett representativt exempel på hur koldioxidhalten utvecklas i containrarna längst fram, vånning 2 i både bil och släp under lastning och körning med F-bil under sommaren visas i Figur 57. Koldioxidhalten stiger snabbt upp till 0,35% under lastning av bilen, men sjunker sedan till 0,2% när sidorna stängs och fläktarna kan verka fullt ut. Under lastning har släpet oftast 0,05 till 0,1% -enheter lägre  $\text{CO}_2$ -halter än bilen. Under körning stabiliserar koldioxidhalten efter 10 minuter kring 0,1% i både bil och släp, vilket tyder på ett gott luftutbyte.



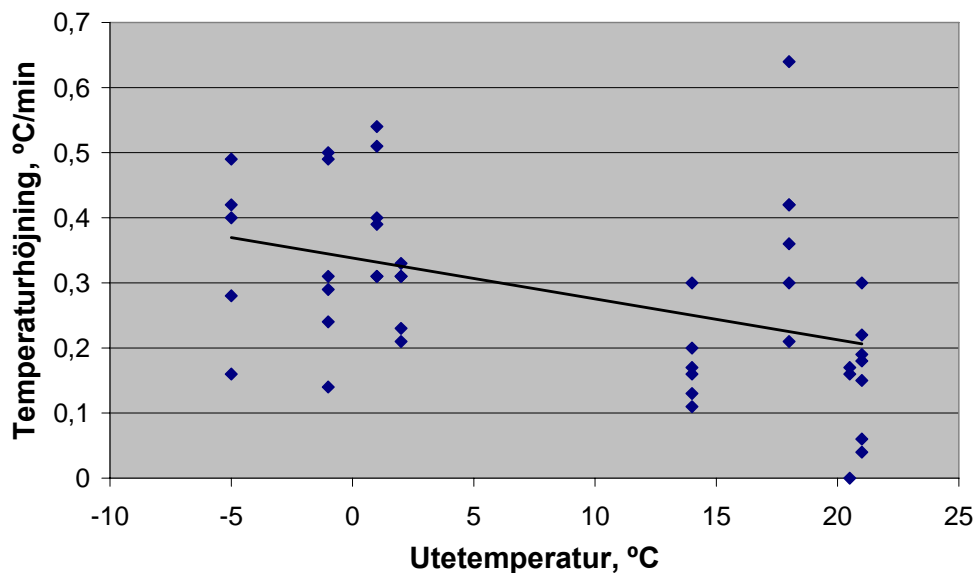
Figur 57. Exempel på utveckling av koldioxidhalt,  $\text{CO}_2$  i F-bil och släp, sommar (transport 2) som har lastats framifrån till bak.

## 5.6 N-bilar

### 5.6.1 Temperaturutveckling

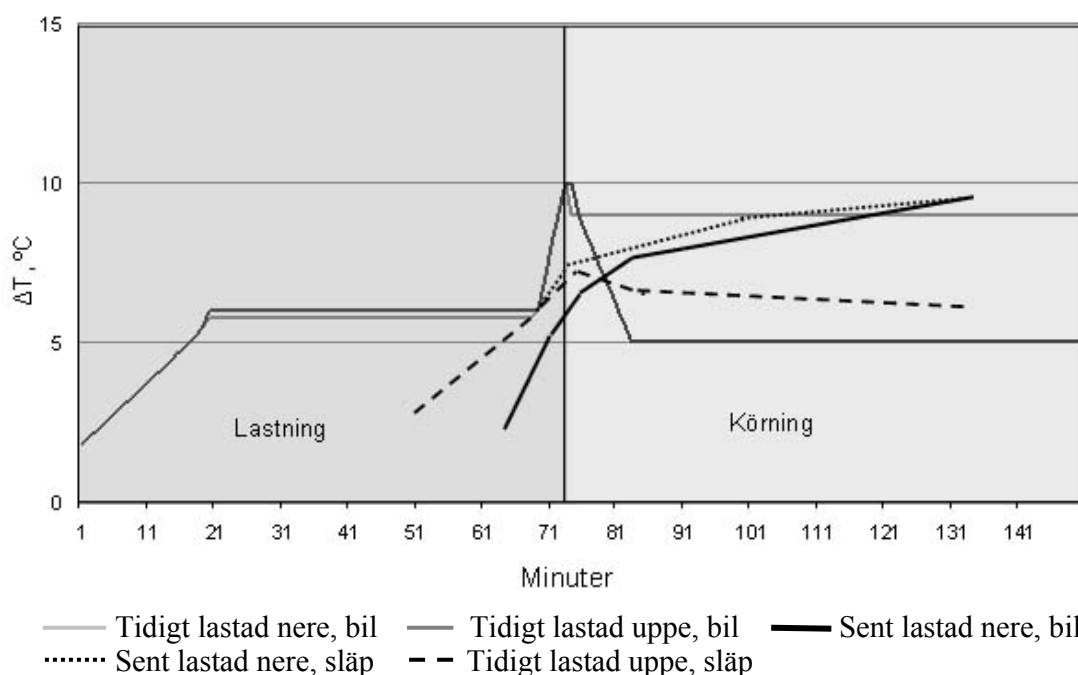
Samtliga transporter lastades framifrån och bak vid intensivstudien av N-bilar. Vid samtliga mätningar uppstod problem med mätinstrumenten vilket ledde till att vissa värden fattas.

Temperaturökningen i en lastad container varierade mycket, från 0,0°C till 0,6°C/min, se Figur 58. Om man inkluderar vinterlastningar verkar temperaturökningen bli högre vid lägre utetemperatur.



Figur 58. Temperaturökning i olika containrar under de första 20 min efter lastning i samtliga fyra transporter med N-bilar, sommar och vinter.

I Figur 59 visas en principbild för hur temperaturen i containrar i N-bilar förändras i förhållande till utetemperaturen  $\Delta T$  under lastning och körning under sommarhalvåret. Minut "1" i diagrammet är då lastningen pågått i 10 minuter. Temperaturutvecklingen under lastning kan se något annorlunda ut för de olika transporterna. Temperaturen i en sent lastad container kan fortsätta att öka efter det att körningen startat.  $\Delta T$  kan variera mellan 2°C och 14°C. När lastningen avslutas och sidorna stängs sker en markant temperaturökning. I början av körningen sjunker temperaturen kraftigt i containern i fack 1 våning 6 i både bil och släp och temperaturen fortsätter att sjunka under hela körningen. Däremot stiger temperaturen under körning i våning 2 i fack 1 och 3 i bilen och våning 2 och 6 fack 5 och 9 i släpet. Dessa containrar har alltid den högsta temperaturen under körning.



Figur 59. Principbild för hur temperaturen i containrar längst fram i N-bil våning 2 resp. 8 samt i släpets fack 1 våning 6 resp. fack 5 våning 2 förändras i förhållande till utetemperatur,  $\Delta T_{trp}$ , under sommarhalvåret. Vid minut "1" har lastningen pågått i 10 minuter.

Temperaturskillnaderna under körning mellan olika containrar är mycket stor i släpet, Tabell 13. Medeltemperaturen i den varmast mätta containern i släpet har under två transporter varit över 32°C. Enstaka noteringar bak i släpet har varit 35°C vid 20°C utomhus. Det är en logisk följd av temperaturutvecklingen under körningen som redovisats i Figur 59. I bilen är den högsta medeltemperaturen lägre och temperaturskillnaderna betydligt mindre än i släpet.

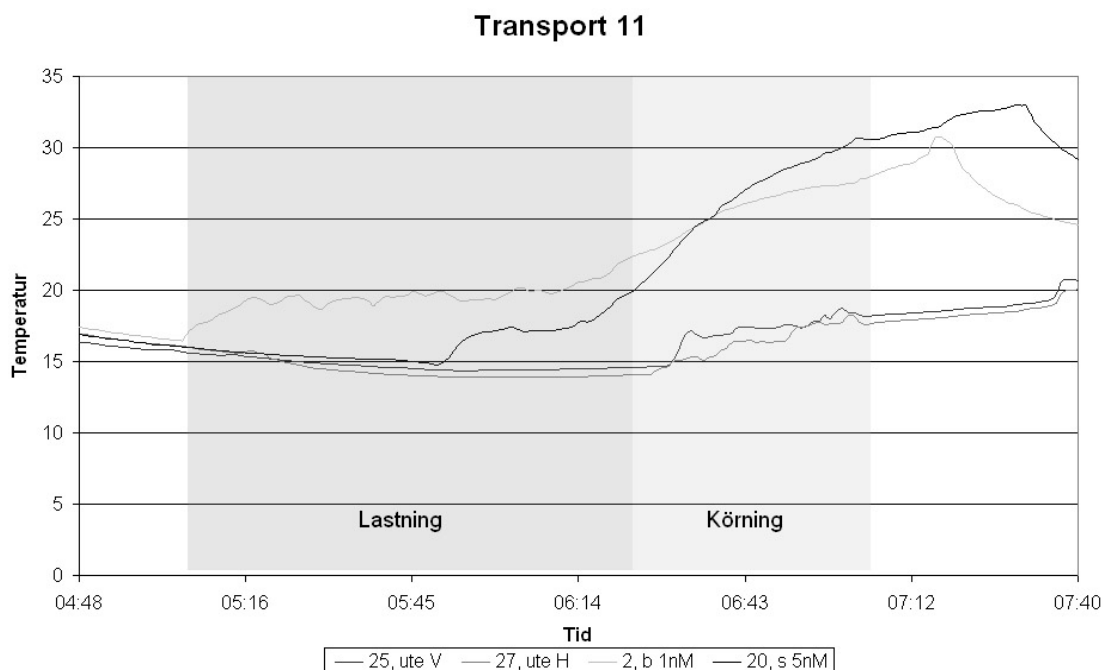
Tabell 13. Utomhustemperaturer och temperaturskillnader i N-bil under körning, sommar. De containrar som lastats mindre än 15 minuter innan avfärd tas ej med i beräkningarna.

Trp Nr	Ute T start körning	Ute T ankomst	Max medel T bil	Max medel T släp	Min medel T bil	Min medel T släp	$\Delta T$ max/min bil	$\Delta T$ max/min släp
8	20,7	20,4	28,8	*)	27,0	*)	1,8	*)
9	19,5	19,8	28,4	32,2	24,4	23,5	4,1	8,7
10	19,6	22,1	28,1	32,9	25,6	24,5	2,5	8,4
11	14,4	17,9	25,8	26,6	23,3	21,6	2,5	5,0

\*) Inget släp lastat

Figur 60 visar ett exempel på hur temperaturen utvecklas under lastning och körning. Temperaturen i den tidigt lastade containern i bilen (b1nM) stiger till 19°C från en utomhustemperatur på ungefär 15°C och stabiliseras där till 10 minuter innan

körning då den ökar igen. Ungefär samma temperaturutveckling under lastning sker i släpet (s5nM). Då fordonet stängs och körningen påbörjas så stiger temperaturen kontinuerligt både i bilen och släpet. Temperaturökningen i släpet är större än den i bilen.



Figur 60. Exempel på temperaturutvecklingen i en tidigt lastad container i bilen (b1nM) resp. en sent lastad container i släpet (s5nM) samt utetemperatur ved körning med N-bil, sommar (transport 11).

#### 5.6.1.1 Sammanfattning av temperaturutveckling i N-bil

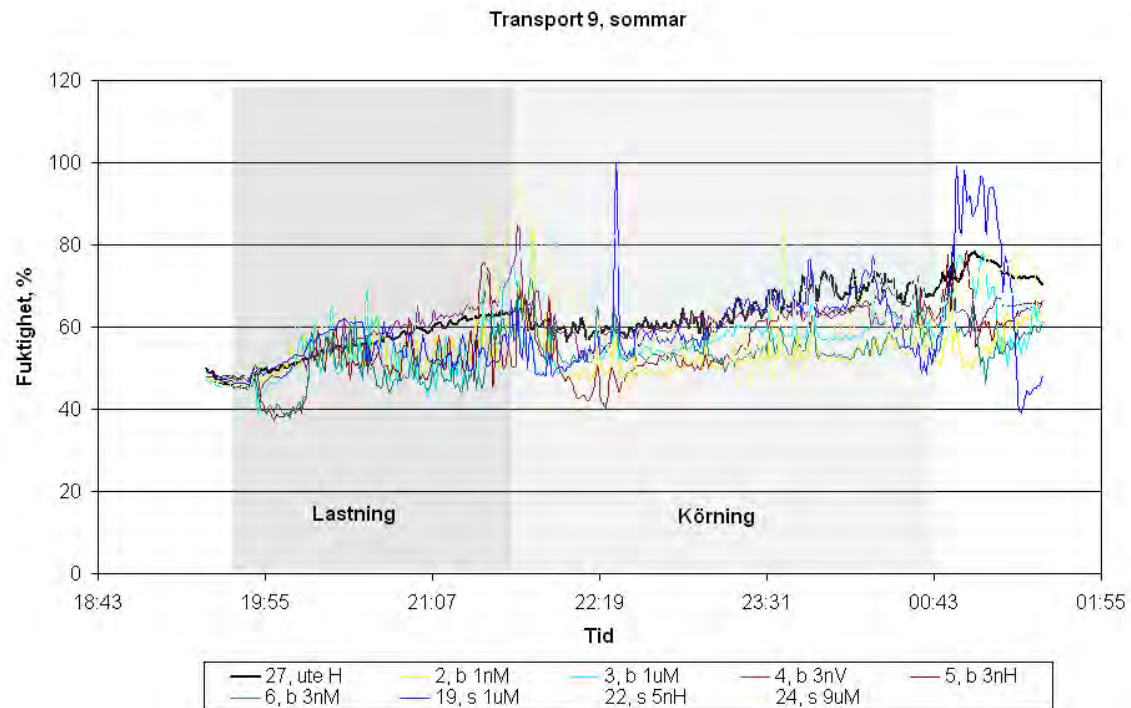
Temperaturen i bakre delarna i både i bil och släp stiger under körning. Temperaturen vid start påverkar inte temperaturen nämnvärt under körning. Temperaturen kan bli oroväckande hög (35°C) i den bakre delen av släpet. När bilen kommer fram till slakteriet på natten och står stilla kan temperaturen höjas med 1- 2°C i containrar som redan vid ankomst har över 30°C. I dessa containrar är även fuktigheten mycket hög och ligger utanför ”normalområdet”, som visat i Figur 43. Dessa förhållanden visar att ventilationen inte fungerar tillfredställande. Djuren i dessa containrar utsätts för kraftig termisk stress.

#### 5.6.2 Relativ fuktighet

Exempel på utvecklingen av luftfuktighet i containrarna visas i Figur 61. I container (s9u) med medeltemperatur 32°C under körningen var medelfuktigheten 59%. Fuktigheten ändrade sig inte under körningen. Sämst förhållande var i mitten nere (s5n), där kombinationen av temperatur och fuktighet var 31°C resp. 66%. I den svalaste



containern med 23,5°C var medelfuktigheten 61% med stigande tendens under körningen. I medeltal var fuktigheten 59% dvs. under utefuktigheten som var 64%. Luftfuktigheten i containrarna låg mellan 15 %-enheter under till 5 %-enheter över utefuktigheten oberoende av containertemperaturen



Figur 61. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i N-bil, sommar (transport 9) vid en utomhustemperatur på 20°C och 65% relativ luftfuktighet utomhus under körningen.

### 5.6.3 THI i N-bilar

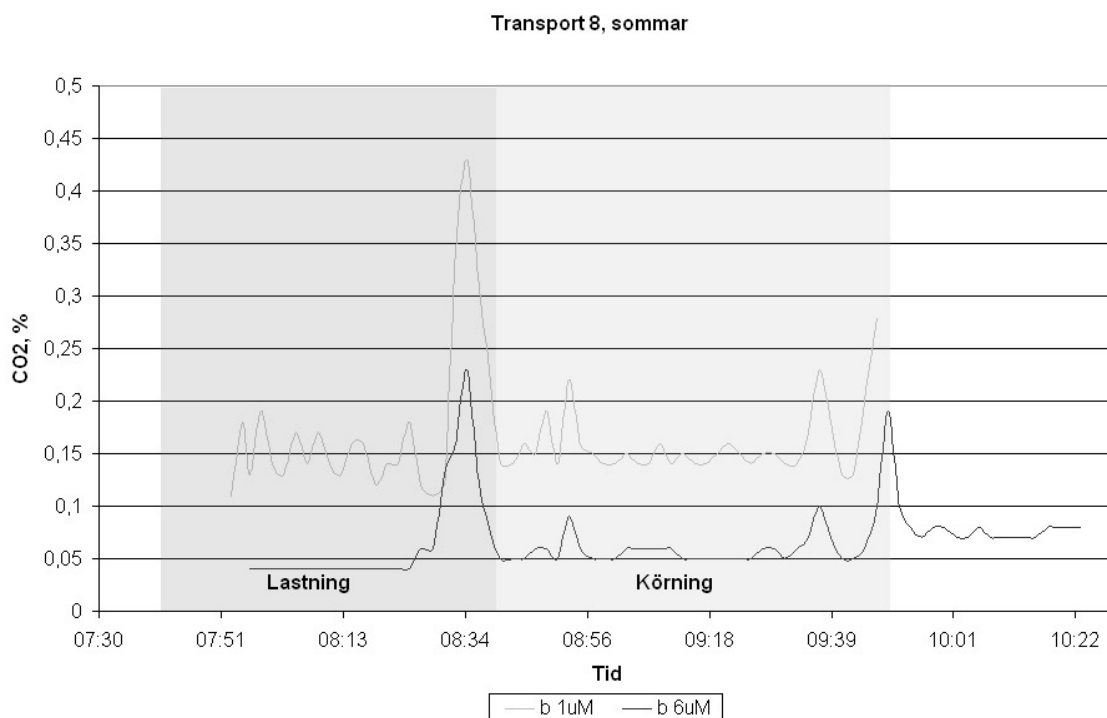
Alarmerande högt THI har mätts nere i mitten av släpet hos N-bil, se Figur 62. Även i resterande bakre del av släpet är THI högt. Detta visar klart på otillfredsställande ventilation i släpet. I själva bilen har THI -nivåerna varit bra i förhållande till uteklimatet.

74		71	79	79
77	75		84	

Figur 62. Medel THI på olika platser i bil och släp i N-bil under 4 körningar. Gråmarkerade fält =  $\text{THI} \geq 79$

### 5.6.4 Koldioxid i N-bilar

Koldioxidhalten som mättes normalt nere i fack 1 både i bil och släp låg på ungefär samma nivå under lastning och körning. En kraftig höjning av koldioxidhalten från 0,15% till upp mot 0,4% var tydlig då sidoväggar var stängda och fordonet stod stilla, Figur 63. Högst genomsnittlig CO<sub>2</sub> – halt på 0,24% uppmättes längst ner längst bak i släpet. Ingen av de uppmätta koncentrationerna innebär någon risk för djuren.



Figur 63. Exempel på koldioxidhaltsutvecklingen i N-bil, sommar (transport 8).

## 5.7 K-bilar

### 5.7.1 Temperatur, fuktighet och koldioxid

Undersökningen av klimatet i K-bilarna gjordes under en dag med mycket hög utetemperatur (Tabell 14). Under transport 12 var medeltemperaturen i containrarna ca 1°C lägre än utetemperaturen. Temperaturen i containrarna både i längd- och höjddled var mycket jämn under körning, enligt Tabell 14 resp. Tabell 15. Figur 64 visar hur container- resp. utetemperaturen var under lastning och körning under transport 13.

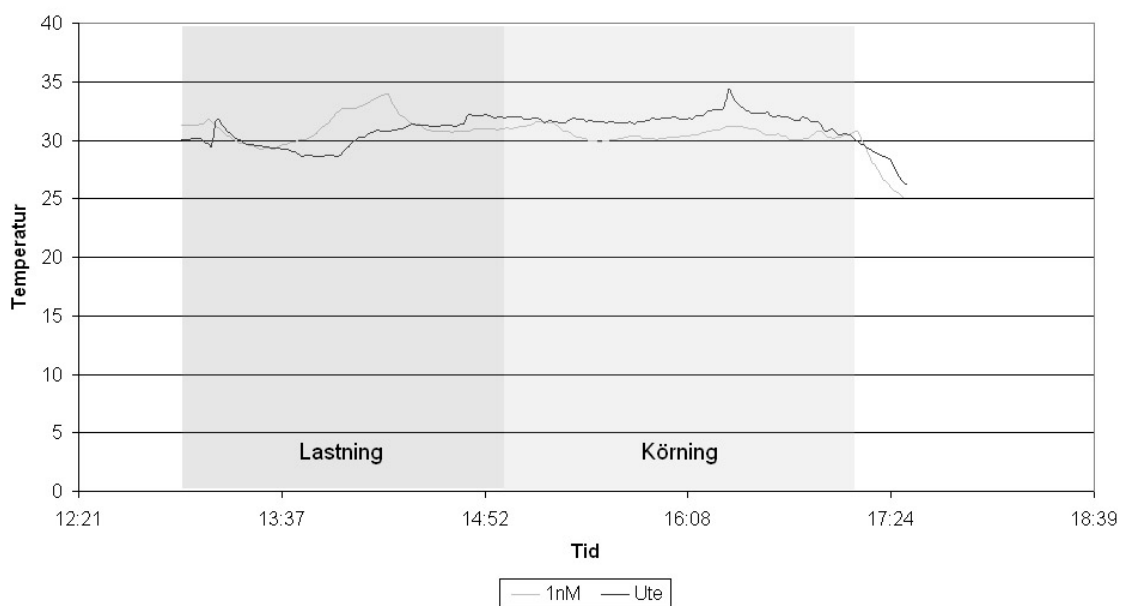
Tabell 14. Temperaturskillnader mellan containrar samt utetemperatur under körning med K-bil, sommar.

Trp nr	Ute T start	Ute T ankomst	Medel körning	Max medel T	Min medel T	Medel containrar	Delta T max/min
12	31,2	31,0	31,7	30,6	29,0	29,5	1,6
13	28,5	30,2	31,8	31,8	29,7	30,3	2,1

Tabell 15. Medeltemperatur i olika våningar under körning med K-bil sommar

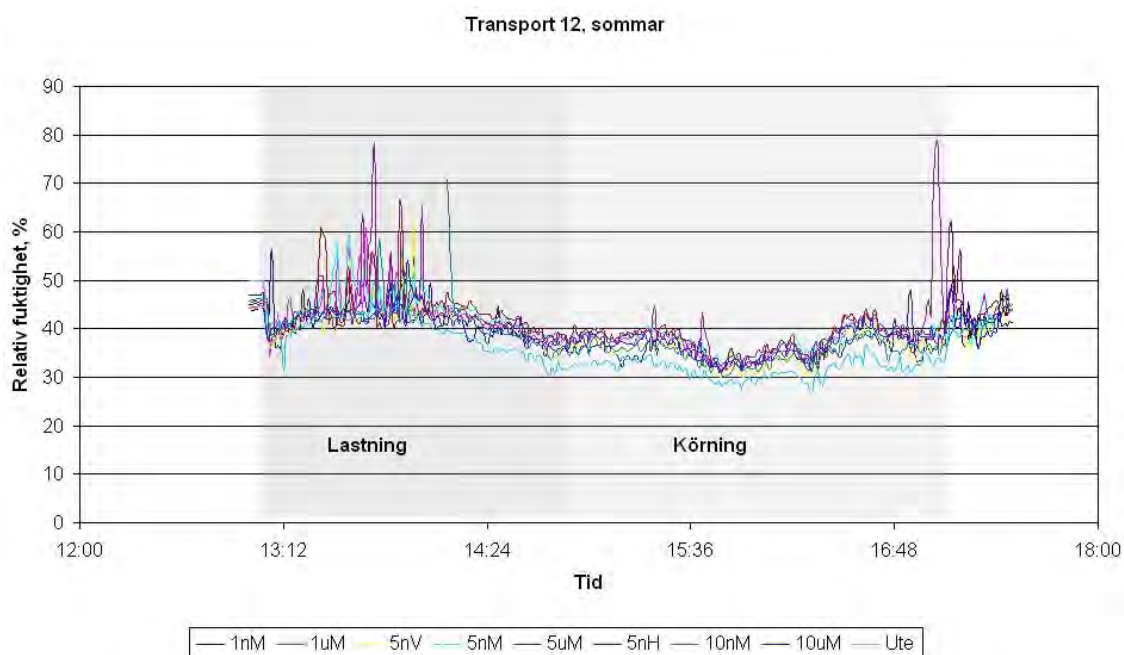
	Våning	Bil fack 1	Bil fack 5	Bil fack 10	Ute
Trp 12-	7	29,5	29,6	29,7	31,81
13	2	31,2	30,4	-	

### Transport 12



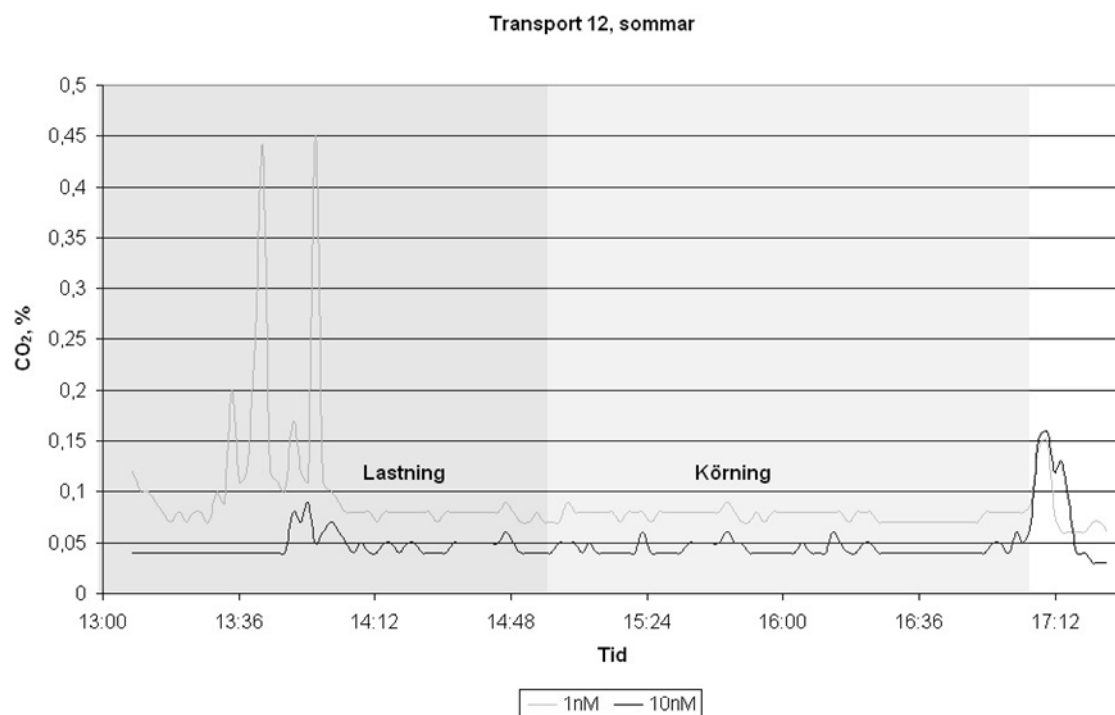
Figur 64. Exempel på temperaturutvecklingen under lastning och körning med K-bil sommar, (transport 12).

Under körningarna med K-bil var relativa fuktigheten ca. 33%. I containrarna var den mellan 0-7 %-enheter högre, Figur 65.



Figur 65. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i K-bil, sommar (transport 12) under körning, vid en utomhustemperatur på 32°C.

I K-bilarna var luftutbytet så stort under körning att koldioxidhalten ligger under 0,06% (600 ppm), se Figur 66.



Figur 66. Exempel på koldioxidhaltsutvecklingen i K-bil sommar (transport 12).

### 5.7.2 THI i K-bilar

De genomsnittliga THI på olika platser i K-bilar under sommarstudierna redovisas i Figur 67.

76	77	76
78	77	77

Figur 67. Medel THI på olika platser i K-bil vid 2 körningar, sommar.

Trots att THI ute är 78 har inget högre värde på THI registrerats i containrarna under körningarna. Resultaten visar på en oerhört effektiv ventilation i K-bilar.

## 5.8 Intensivstudier under lasting och transport, vinter

### 5.9 FN-bilar

#### 5.9.1 Temperaturutveckling

Under vintern följdes fyra transporter med FN-bilar då utetemperaturen var mellan 7 och 11°C. I Tabell 16 visas vilka temperaturer och temperaturskillnader som förekommit under körningen vid FN-transporter, samt utomhustemperaturen vid start och ankomst.

Tabell 16. Temperaturer och temperaturskillnader samt utetemperatur under körning med FN-bilar vinter

Trp. nr	Ute T start	Ute T ank.	Max medel T bil	Max medel T släp	Min medel T bil	Min medel T släp	$\Delta T$ max/min bil	$\Delta T$ max/min släp
1 (bf)	9,2	10,9	27,1	34,6	19,0	22,7	8,1	12,0
2	8,5	10,7	25,8	28,2	20,4	20,6	5,4	7,6
3	7,4	10,4	28,3	22,6	21,6	20,1	6,7	2,5
4 (bf)	8,1	10,8	24,7	29,3	21,6	22,6	3,1	6,7

Släpet hade i tre transporter av fyra den högsta max-medel temperaturen, ända upp till 34,6°C. I transport 1 där släpet lastats först, kom temperaturen i den bakersta övre containern redan under lastningen upp i 33°C. Genomgående är att de övre containrarna

fick högst temperatur. Lägst temperatur i släpet var i undre containern i fack 5. Transport 3 utmärker sig genom att temperaturen i understa containern i fack 1 i bilen steg även under de första 30 minuterna under körning och stabiliserades på 30°C. Transport 1 hade mycket hög temperatur under lastningen. Temperaturökningen under de första 30 minuterna låg på 0,40°C /min vilket är extremt högt. I Tabell 15 visas medeltemperaturerna i FN-bilarnas containrar under lastning.

Tabell 17. Medeltemperaturer under lastning i FN-bil, vinter. De containrar som är lastade mindre än 15 minuter innan avfärd är ej med i beräkningarna. Gråmarkerade fält visar de fack som lastats först.

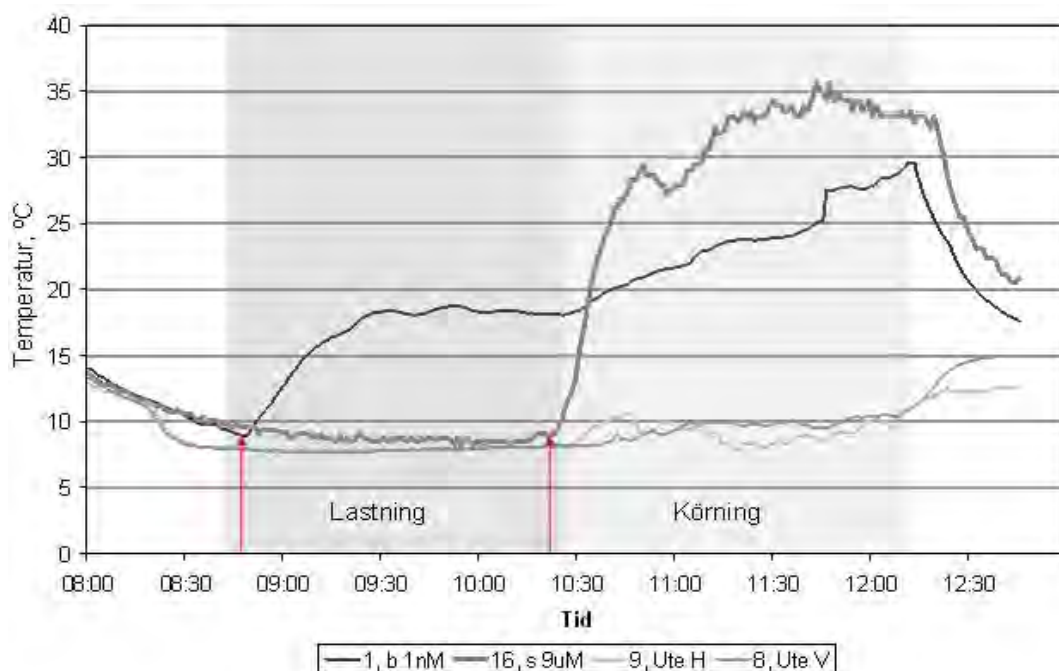
	Vån	B fack 1	B fack 4	S fack 1	S fack 5	S fack 9	Ute
Oregelbundet lastad, trp 1	8 2	17,6 16,3	– –	25,6 21,7	22,7 19,8	28,8 22,3	9,4
Släp lastas först trp 3	8 2	16,9 16,1	16,3 15,1	20,4 19,2	19,1 9,2	– –	8,1
Fram-bak, trp 2 & 4	8 2	20,3 17,0	21,9 20,6	15,6 15,6	14,7 18,3	– –	8,4

För att se om lastningen påverkar temperaturen under transporten markeras även medeltemperaturen under transporten i Tabell 18.

Tabell 18. Medeltemperatur under transport i FN-bil. De containrar som är lastade mindre än 15 minuter innan avfärd tas ej med i beräkningarna. Gråmarkerade fält visar de fack som lastats först.

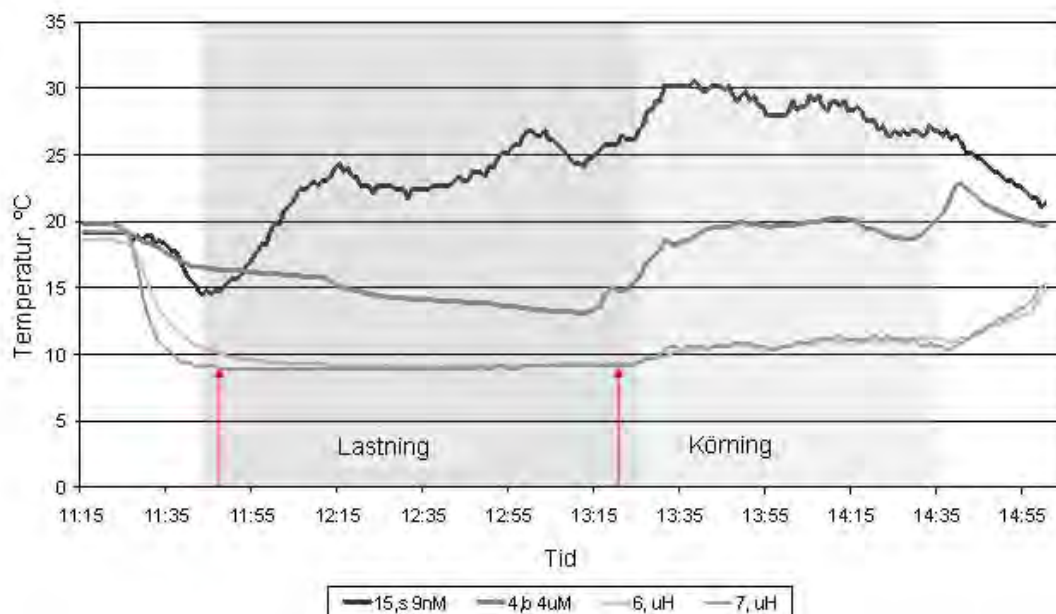
	Vån	B fack 1	B fack 4	S fack 1	S fack 5	S fack 9	Ute
Oregelbundet lastad, släp först, trp 1	8 2	27,1 25,0	19,0 24,7	31,6 22,7	31,6 24,5	34,6 28,4	10,6
Släp lastas först trp 3	8 2	21,6 28,3	25,7 24,9	22,6 21,5	13,3 21,9	20,1 20,4	8,7
Fram-bak, trp 2 & 4	8 2	25,2 22,1	24,7 22,0	23,6 23,5	23,8 25,2	26,3 22,9	9,5

I Figur 68 och Figur 69 är temperaturutvecklingen under lastning och körning i tidigt respektive sent lastade containrar redovisat.



Figur 68. Temperaturutveckling under lastning fram till bak och transport i en tidigt respektive sent lastad container i FN-bil, vinter (transport 4). Pilarna visar när respektive container är lastad. Den tidigt lastade containern är placerad i fack 1, våning 2 och den sent lastade är placerad i släpet, fack nio och våning åtta.

Figur 68 visar att den sent lastade containern får en betydligt högre temperatur under körning än den tidigt lastade containern. Den sent lastade containern befinner sig i släpet fack 9, våning 8.



Figur 69. Temperaturutveckling under lastning och transport i en tidigt respektive sent lastad container i en FN-bil, vinter (transport 1), släpet är lastat före bilen men oregelbundet lastat. Pilarna visar när respektive container är lastad. Först lastades fack 9, givare i våning 2 (s9n) i släpet och sist lastades fack 4, givare i våning 8 (b4u) i bilen.

Figur 69 visar att den tidigt lastade containern som fanns längst ner längst bak i släpet under körning var 10°C varmare än den sist lastade containern som fanns längst bak i bilen. Figur 68 och Figur 69 visar således att placeringen av containern i fordonet har stor betydelse för temperaturutvecklingen. Trots att container i fack 9 är lastad först respektive sist har den högst temperatur under både transport 1 och 4.

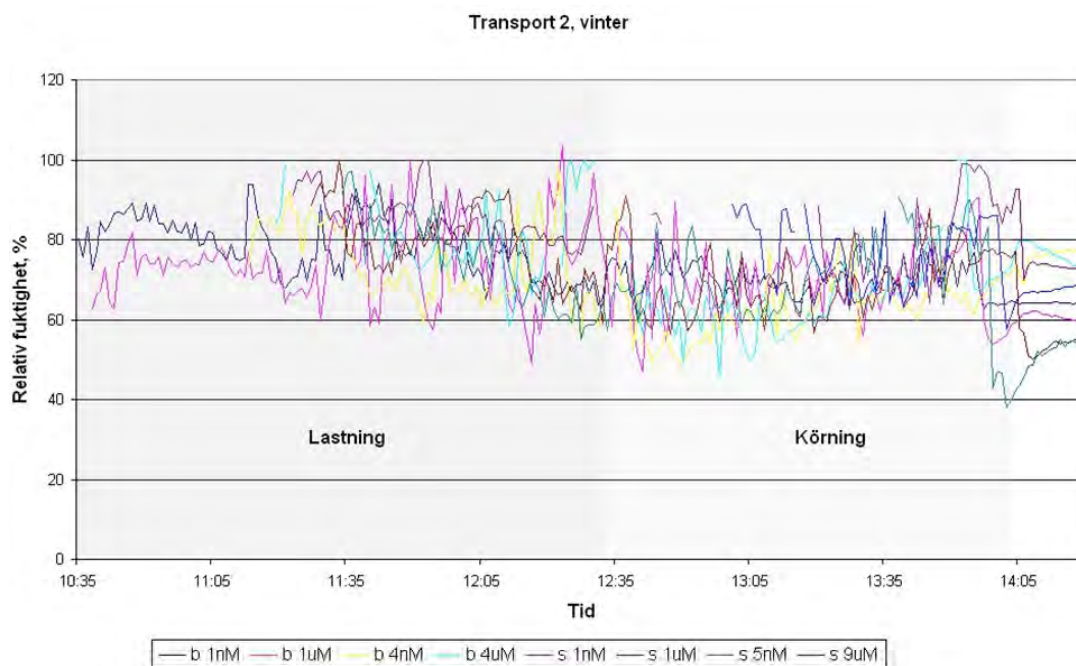
### 5.9.2 Relativ fuktighet FN-bil

Under lastningen stiger fuktigheten upp mot 75%, där den stabiliseras. Under körning sjunker den ungefär 10 %-enheter samtidigt som temperaturen stiger 6°C. Både vid lastning och under körning finns ett samband mellan temperaturen och relativa fuktigheten. Den relativa fuktigheten sjunker vid stigande temperatur vilket visas i Tabell 19. Figur 70 visar relativa fuktigheten när det vid lastning var 15-20°C och vid körning 20-25°C i containrarna. Det finns inga tillförlitliga mätningar på fuktigheten utomhus.

Tabell 19. Samband mellan temperatur och relativ fuktighet i FN-bilar under körning vid utetemperatur kring 10°C.

Temperatur, °C	Relativ fuktighet, %
15 - 20	70-85
21 - 25	60-70
26 - 30	55-70
Över 30	50 - 65





Figur 70. Exempel på utveckling av relativa luftfuktigheten under lastning och transport i en FN-bil, vinter (transport 2) vid utetemperatur 10°C.

### 5.9.3 THI i FN-bilar

Medel THI på olika platser i bil och släp under fyra körningar med FN-bilar under vintern är redovisat i Figur 71.

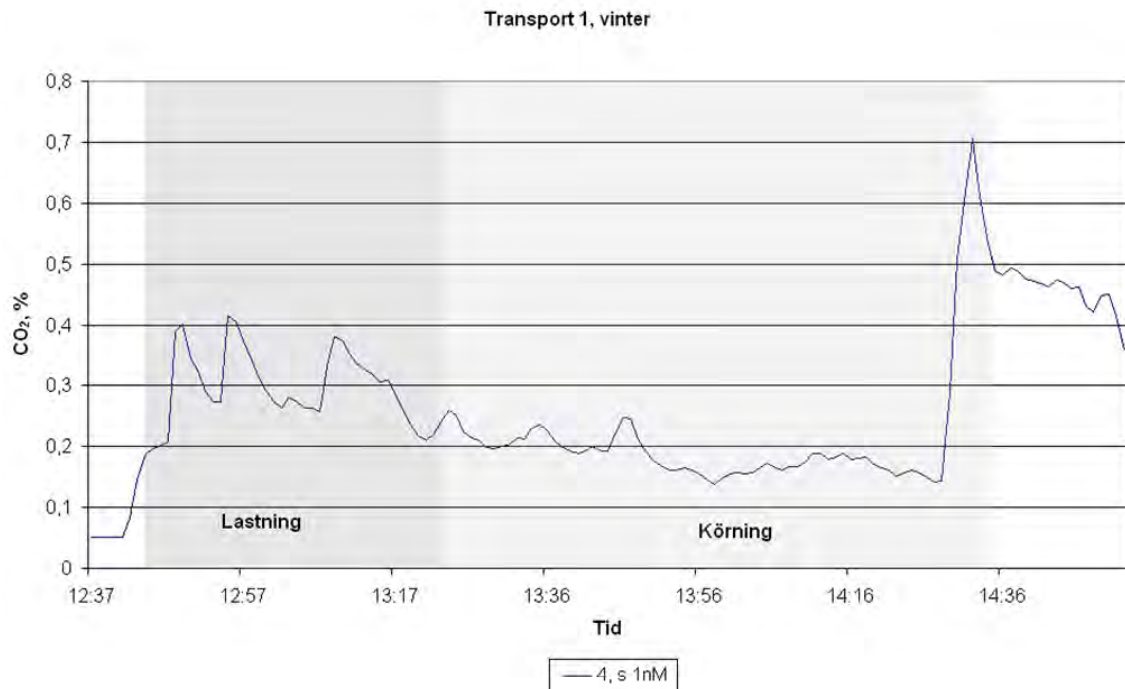
70	68	70	71	75*
70*	66	70	73*	71

Figur 71. Medelvärden av THI på olika platser i bil och släp i FN-bil under 4 körningar, vinter. \* = en körning med THI > 79

Av figuren framgår att det genomsnittliga THI varit tillfredsställande. Under tre körningar har dock funnits containrar (\* på Figur 71) som haft THI över 79. Dessa containrar har funnit på två olika platser både i bil och släp. Detta visar på en ojäm ventilation av FN-bilarna.

### 5.9.4 Koldioxid i FN-bil

CO<sub>2</sub>-mätningen visar att halten är betydligt högre under lastning än under transport, se Figur 72. På vintern liksom under sommaren stiger CO<sub>2</sub>-halten snabbt under lastning till 0,3%. Skillnaden finns under körning då CO<sub>2</sub>-halten stabiliseras kring 0,2% vilket tyder på lägre luftutbyte än under sommaren. Det mycket höga värdet vid ankomst till slakteriet förklaras med att fordonet står stilla med stängda dörrar.



Figur 72. Exempel på utveckling av koldioxid under lastning och körning i en FN-bil, vinter (transport 1).

## 5.10 N-bilar

### 5.10.1 Temperaturutveckling

Under vintern följdes fyra transporter med N-bilar då utetemperaturen var mellan -6 och +2°C. I Tabell 20 visas vilka temperaturer och temperaturskillnader som förekommit under körningen vid N-transporter, samt utomhustemperaturen vid start och ankomst. Transport 5, 6 och 7 lastades framifrån och bak. I transport 8 lastades först bilen framifrån till bak, därefter släpet bakifrån till fram. I transport 5 placerades loggrarna på våning 2 och 8. I transport 7 var släpet av en annan modell. De containrar som lastats mindre än 15 minuter innan avfärd tas ej med i beräkningarna.

Tabell 20. Temperaturer och temperaturskillnader samt utetemperatur under körning med N-bilar vinter.

Trp nr	Ute T start körning	Ute T ankomst	Max medel T bil	Max medel T släp	Min medel T bil	Min medel T släp	Delta T max/min bil	Delta T max/min släp
5	0,7	- 1,5	26,6	25,5	13,2	7,5	13,4	17,9
6	- 2,8	- 0,8	23,8	21,3	17,1	11,7	6,7	9,6
7	1,7	0,5	27,5	(23,6)	15,6	14,6	11,9	(9,1)
8	- 6,1	- 5,5	25,1	21,7	14,2	11,6	10,9	10,5

Det är stora skillnader i temperaturen under körning i både bil och släp. Släpet har under transport 5 haft en min-medeltemperatur under 10°C.

För att se om lastningsordningen påverkar temperaturen under transporten kan man göra jämförelse mellan Tabell 21 och Tabell 22. Gråmarkerade fält visar de fack som är lastade först. Medeltemperaturen under körning för tidigt resp. sent lastade containrar skiljer sig. Det avgörande är var i bil resp. släp som containern är placerad. Detta kommer att kommenteras nedan.

Tabell 21. Medeltemperaturer i olika fack under lastning i N-bil vinter. Gråmarkerade fält visar de fack som är lastade först

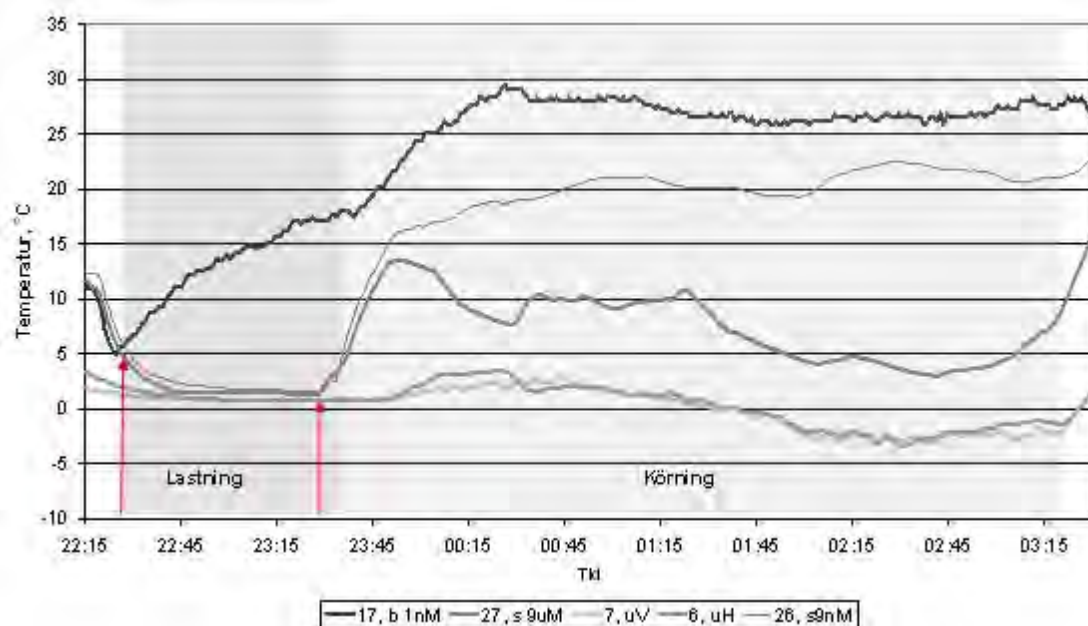
	Vån	B fack 1	B fack 3	B fack 5	S fack 1	S fack 5	S fack 9	Ute
Fram-bak, trp 5-7	6(8) 2	17,5 12,3	- 12,6	- 12,1	12,6 8,3	10,2 7,3	- -	0,7
Oregelbundet lastat, trp 8	6 2	14,0 14,8	- 11,2	- 7,8	- -	5,8 4,2	10,7 9,4	-4,6

Tabell 22. Medeltemperaturer i olika fack under körning med N-bil vinter. Gråmarkerade fält visar de fack som är lastade först.

	Vån	B fack 1	B fack 3	B fack 5	S fack 1	S fack 5	S fack 9	Ute
Fram-bak, trp 5-7	6(8) 2	25,3 26,2	- 21,4	- 14,6	11,7 20,4	23,7 24,3	8,2 18,6	0,6
Oregelbundet lastat, trp 8	6 2	22,1 25,1	- 19,7	- 14,2	12,5 11,8	16,7 14,7	21,7 21,0	-5,6

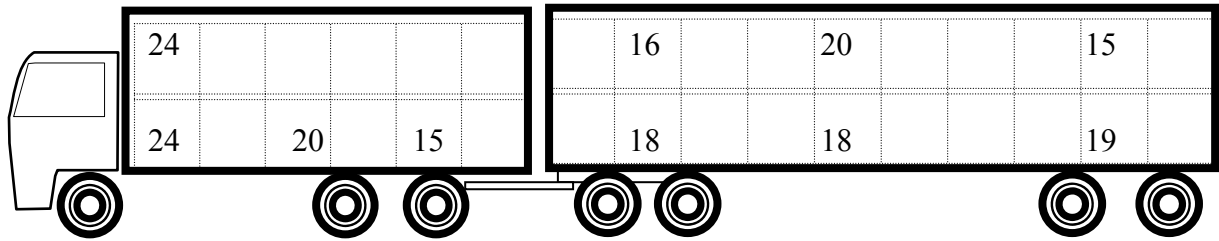
Figur 73 visar en representativ temperaturutveckling i containrar vid lastning och en längre körtid med N-bilar på vintern. Vid lastning stiger temperaturen med 0,20 - 0,30°C/min. Temperaturökningen fortsätter efter start av körning i containrar placerade på platser med dålig ventilation, i denna transport nere i bilens fack 1, släpet nere och

uppe i fack 5 samt nere i fack 9. I sent lastade containrar är temperaturökningen under första tiden av körning lika stor som den är vid stillastående bil. Det finns dock placering av containrar som vid körning får så kraftig ventilation att temperaturen sjunker. I Figur 73 illustreras detta av containern i fack 9 uppe i släpet där temperaturen sjunker ända ner till 8°C samtidigt som det är 26°C i containern i fack 5 nere. Den genomsnittliga temperaturdifferensen i släpet under körningen är 18°C, se Tabell 20. Vid kort körtid, 30 – 40 min (transport 6 och 8), steg temperaturen i hela bilen till dess att bilen kom till slakteriet.



Figur 73. N-bil, vinter (transport 5). Temperaturutveckling under lastning fram till bak och körning i en tidigt (b1nM) i bilen respektive sent lastade containrar (s9nM och s9uM) i släpet. Pilarna visar när respektive container är lastad.

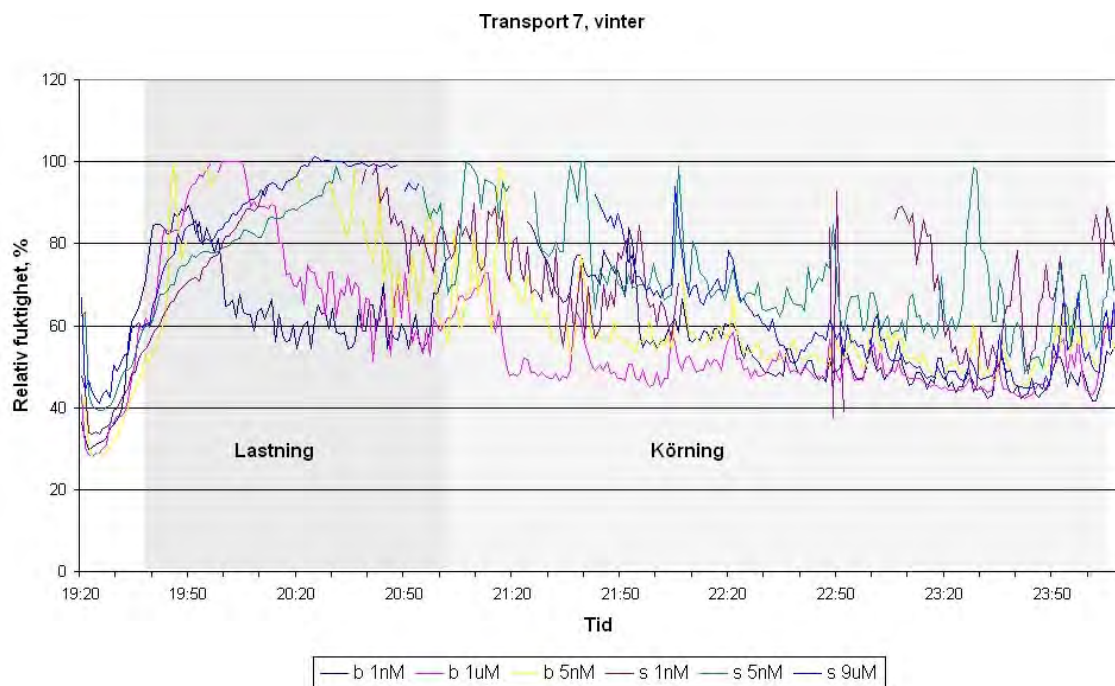
I Figur 74 redovisas medeltemperaturen vid fyra körningar med N-bilar, där tre av fordonen är lastade framifrån och bak och ett fordon är oregelbundet lastad. Kallaste platsen under fyra körningar var längst ner längst bak i bilen, med medeltemperaturer på 13-16°C. På denna plats sjunker temperaturen under körning, medan temperaturen i allmänhet stiger eller efter ökning ligger konstant på andra platser. I bilen blir det högst temperatur både uppe och nere längst fram, 25-28°C. I släpet är det oftast varmast mitt i.



Figur 74. Medeltemperatur under fyra körningar med N-bil vinter. Medel utetemperatur: -1,3 C.

### 5.10.2 Relativ fuktighet i N-bil

Under körningarna har inte utefuktigheten registrerats. Vid de aktuella utetemperaturerna bör fuktigheten utomhus ha varit mellan 75 – 90%. Fuktigheten i containrarna varierar mycket, dels mellan containrar och även i en och samma container under körningen, se Figur 75. En stor del av denna variation kan hänföras till temperatur i containern, jmf Figur 44, ju högre temperatur desto lägre fuktighet.



Figur 75. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i N-bil, vinter (transport 7).

### 5.10.3 THI i N-bil

Figur 76 visar medelvärden av THI på olika platser i bil och släp under fyra körningar med N-bilar vintertid.

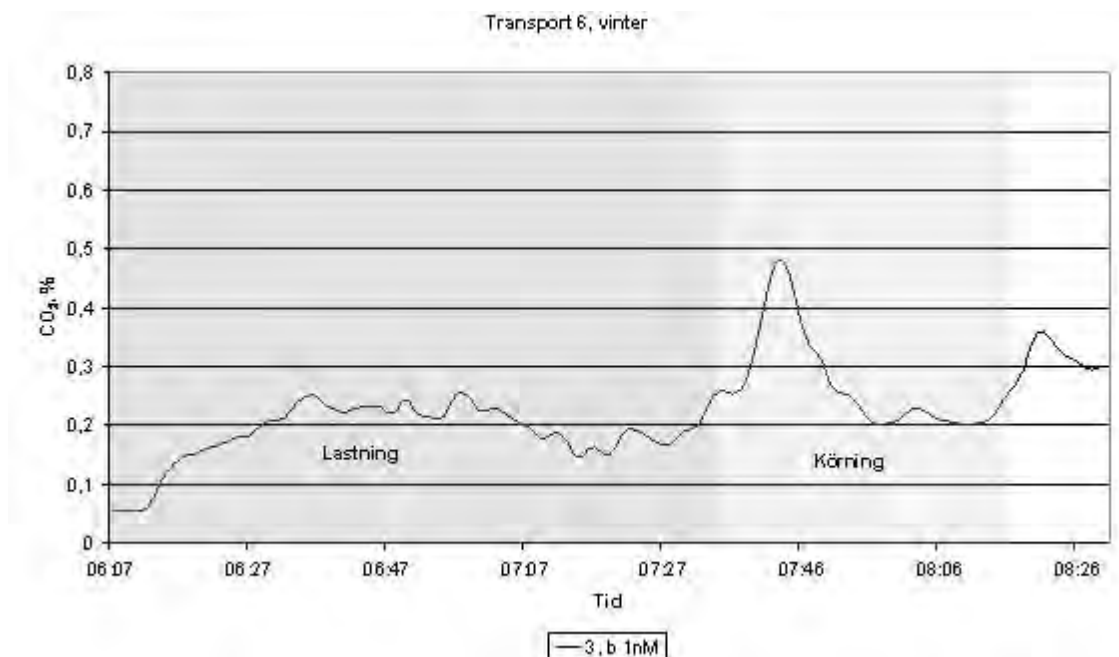
72			69*	66	69
72	66*	58	70	64*	

Figur 76. Medel THI på olika platser i bil och släp under fyra körningar med N-bilar, vinter. \* = obs med THI < 60

I själva bilen varierar THI från 58, dvs. mycket lågt, till et ”normalt” THI -värde på 72, vilket visar på en mycket ojämn ventilation med mycket luft in längst bak i bilen och lite luft längst fram. Släpet har jämnare THI, men det finns observationer med mycket låg THI, t.ex. längst fram längst uppe där THI = 51 pga. att temperaturen endast var 10°C.

### 5.10.4 Koldioxid i N-bil

Under lastning stiger CO<sub>2</sub> – halten till mellan 2000 till 3000 ppm. I och med att sidorna stängs stiger koncentrationen av CO<sub>2</sub> snabbt till mellan 5000 och 8000 ppm. Under körning med transport 6 sjunker sedan CO<sub>2</sub> till 2000 ppm., se Figur 77. Under den långa transport 5 dröjer det 2,5 timmar innan CO<sub>2</sub> kommer ner till 2000 ppm.



Figur 77. Exempel på CO<sub>2</sub>-utveckling i N-bil, vinter (transport 6).

## 5.11 KS-bilar

### 5.11.1 Temperaturutveckling

Två transporter med KS-bilar följdes då utetemperaturen var 5-7°C. Bilarna lastades framifrån till bak. Tabell 23 visar temperaturskillnader i kapellbilarna samt utomhustemperaturen under transport.

Tabell 23. Temperaturer och temperaturskillnader samt utetemperatur under körning med KS-bilar, vinter.

Trp nr	Ute T start körning	Ute T ankomst	Max medel T	Min medel T	Delta T max/min
9	6,6	6,6	18,9	14,8	4,1
10	5,9	4,9	18,8	15,7	3,1

Medeltemperatur under lastning visas i Tabell 24. De containrar som lastats mindre än 15 minuter innan avfärd är ej redovisade. Temperaturhöjningen under lastningen och även under den första tiden av körningen för sent lastade containrar var i medeltal 0,23°C/min, se Figur 78. Under körningen stabiliserade sig temperaturen i containrarna mellan 15-20°C.

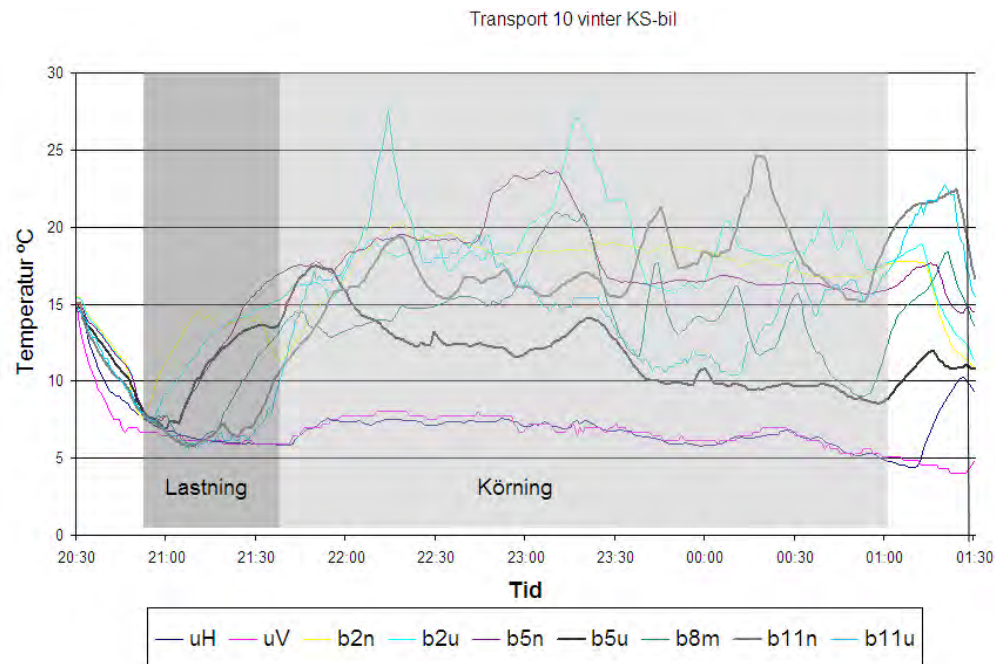
Tabell 24. Medeltemperatur i olika containrar under lastning av KS-bil, vinter. De containrar som lastats mindre än 15 minuter innan avfärd tas ej med i beräkningarna.

	Våning	Bil fack 1	Bil fack 5	Bil fack 10	Ute
Trp 9 & 10	6	13,3	11,3	-	7,0
	2	11,8	12,5	-	

För att se om lastningen påverkar temperaturen under transporten togs även medeltemperaturen under transporten fram på samma ställen, se Tabell 25. Något samband mellan lastningstemperatur och temperatur under körning fanns inte. I Figur 78 framgår tydligt temperaturökningen under lastning och de första 45 minuterna av körningen i en sent lastad container. Det fanns en mycket stor skillnad i temperatur under körning i en och samma container, längst bak upp (b11u) varierade temperaturen mellan 11°C och 27°C. Generellt var det större temperaturvariation i de övre containrarna än i de undre. Kallast var det i fack 10 överst där temperaturen under transport 10 sjönk till 9°C, som vid det tillfället endast var 4°C över utetemperaturen. Medeltemperaturen fack 5 uppe under körning blev för båda transporterna 13°C, vilket var 4-5°C kallare än temperaturen i övriga mätta containrar, Tabell 25.

Tabell 25. Medeltemperatur under körning med KS-bil vinter

	Våning	Bil fack 1	Bil fack 5	Bil fack 10	Ute
Trp 9 & 10	6	17,1	13,4	17,3	7,4
	2	18,4	18,4	17,6	

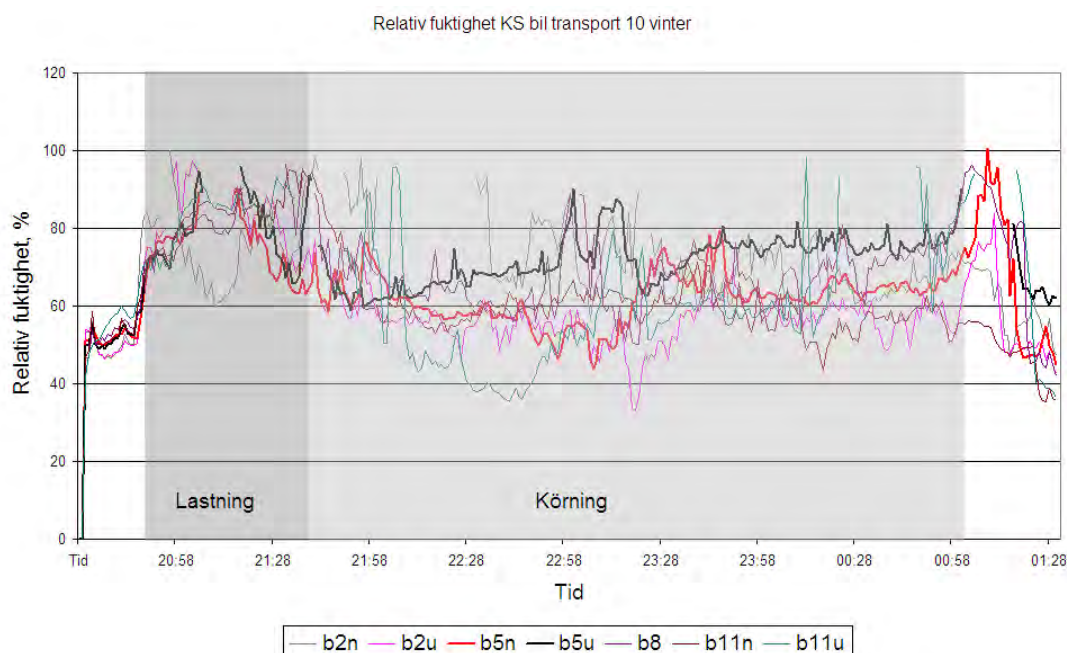


Figur 78. Temperatur under lastning fram till bak och körning i KS-bil, vinter (transport 10) vid utetemperatur 7°C.

### 5.11.2 Relativ fuktighet i KS-bil

Inga registreringar av relativa fuktigheten utomhus gjordes under lastning eller transport. Med hänsyn till utetemperaturen och tidpunkten bör relativa fuktigheten ha legat mellan 70-90%.





Figur 79. Exempel på luftfuktighetsutvecklingen i KS-bil, vinter (transport 10).

Under lastning kunde fuktigheten i containern stiga upp till 90%, se Figur 79. Under körningen sjönk fuktigheten till att ligga mellan 60-70% (t.ex. b5n), utom i containern med 13°C, (b5u) där fuktigheten blev 80%. Sambandet mellan fuktighet och temperatur var precis detsamma som redovisats för N-bilar i Figur 44.

### 5.11.3 THI i KS-bil

Figur 80 visar den genomsnittliga THI på olika platser i KS-bilar under två körningar på samma dag.

62	56	62
64	64	63

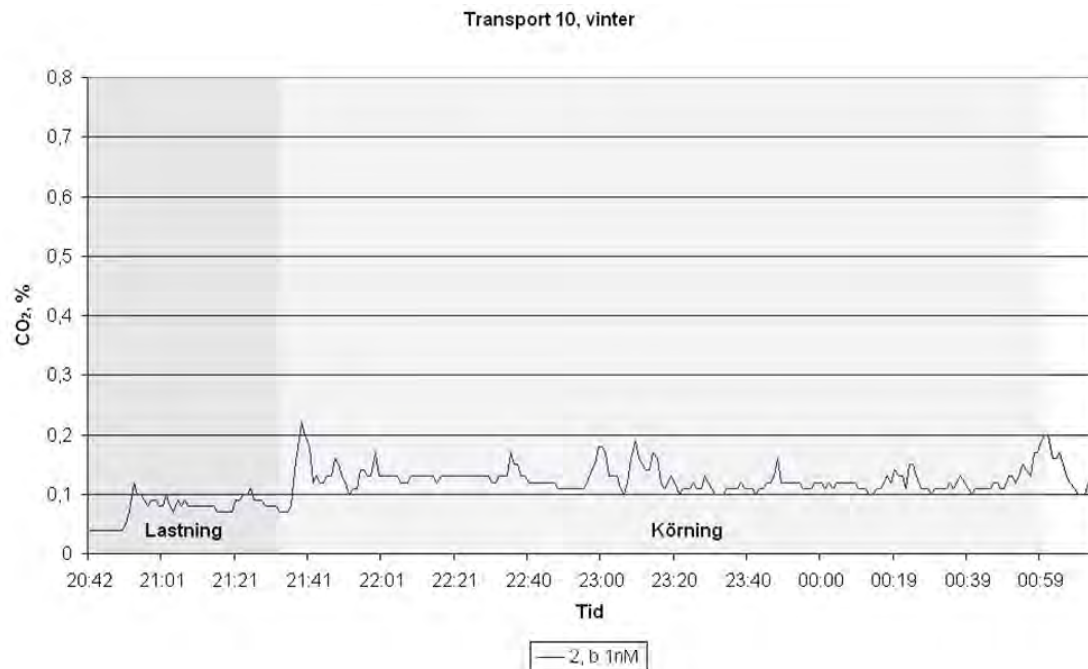
Figur 80. Medel THI på olika platser i KS-bil och släp under 2 körningar, vinter

KS-bilarna kördes vid en utetemperatur av 5-7°C. I 6 av 14 mätta containrar har THI varit lägre än 60. Lägst THI var 54 vid containertemperatur 12°C. Längst fram är klimatet tillfredställande medan det i mitten och uppe är i kallaste laget. Ventilationen är inte helt tillfredställande.

### 5.11.4 Koldioxid i KS-bil

Exempel på utvecklingen av koldioxidkoncentrationen i KS-bilar visas i Figur 81. CO<sub>2</sub> -halten stiger högst obetydligt under lastningen beroende på att sidopakellen inte dragits

för. När detta sker och innan körningen startar stiger koldioxidhalten till 2000ppm. Under körningen ligger koncentrationen mellan 1500 och 2000ppm.



Figur 81. Exempel på koldioxidutvecklingen i KS-bil, vinter (transport 10).

---

## 6 DISKUSSION

### 6.1 Material och metod

För att bättre kunna studera och utvärdera hur utformningen av fordonets ventilationssystem och containerutformning påverkar dödlighet under transport och klimat i containrar under lastning och körning vore det önskvärt att hålla parametrar som uppfödare, kycklingmaterial, kycklingvikt, lastningspersonal och chaufför konstanta och sedan variera tekniska utformningar vid jämförbara yttre betingelser. Tyvärr är en sådan uppläggning inte möjlig med de resurser som finns tillgängliga i ett projekt i samarbete med kommersiell slaktkycklinguppfödning. Men med ett öppet samarbete med branschen borde effekten av vissa tekniska förändringar kunna studeras metodiskt. Ett sådant tillfälle var när Guldfågel bytte till en annan typ av containrar med egen uppgift om lägre dödlighet under transport.

För att få mer lättolkade och jämförbara resultat skulle projektpersonalen ha bestämt hur lastningen skulle gå till istället för att låta de enskilda chaufförerna göra som de brukade, vilket medförde att mätningarna inte blev systematiskt genomförda. Lastningsrutinerna visade sig påverka temperaturutvecklingen i fordonen. En annan brist i upplägget var att placeringen av loggrarna inte var helt konsekvent under försökets genomförande. Detta berodde bl.a. på att antalet tillgängliga loggrar var för få. Med hänsyn till det ojämna klimatet i flera av bilarna borde CO<sub>2</sub> ha analyserats på fler platser, dvs. fler instrument hade också här behövts.

Registrering av den relativa fuktigheten fungerade inte tillfredställande vid flera tillfällen. Detta innebar att den totala termiska belastningen ibland inte kunde beskrivas på ett adekvat sätt. Vid bearbetningen har värden som bedömts som orealistiska, t.ex. under 30% och över 95% tagits bort. Samma givare för relativ fuktighet har använts vid studier i fordon för transport av grisar utan att orealistiska värden registrerats. Problemet i containrar med slaktkycklingar kan bero på kycklingarnas hässjning och att de kunde komma i direkt kontakt med givarna. Varför fuktgivarna ibland inte fungerade utanför bilen kan i enstaka fall förklaras med regn men i de andra fallen finns ingen förklaring. Slutsatsen är att mätsäkerheten för fuktgivare måste förbättras på något sätt.

Analys av transportföljesedlar är ett kraftfullt instrument för uppföljning av uppfödning, lastning och körning. I fordonen skiljer sig klimatet mycket mellan containrar beroende på placering och biltyp. Dödligheten i enskilda containrar bör dokumenteras vid avlastning för att se om dödligheten kan korreleras med hur den termiska miljön är i olika delar av fordonet. Goda och säkra rutiner för att fylla i transportföljesedlarna skall absolut vidmakthållas för framtida undersökningar.

Önskemålen om kontrollerade försöksparametrar är svåra att uppfylla i projekt som genomförs under helt kommersiella förhållanden med flera inblandade parter. Visserligen kan vissa resultat vara svårtolkade men har samtidigt visat på att många olika faktorer påverkar djurens välbefinnande under transport.

## 6.2 Analys av transportföljesedlar

Resultaten från analysen av transportföljesedlarna visade inget samband mellan dödlighet och lastningstid, transporttid, utomhustemperatur eller innetemperatur i fordonen. Medeldödligheten över året för slakteriet med F-bilar var 0,14% och jämt fördelad över året förutom en ökning under juli. Ökningen beror troligen på den höga utomhustemperaturen sommaren 2006. En sk "boxplot" (Figur 27) visar också att det är en större spridning i dödlighet när utetemperaturen är över 20°C.

För N-bilarna var transportdödligheten i medeltal 0,39% under april till oktober. Tjugofem transporter med över 1% döda fanns, men inget tydligt samband med utetemperaturen kunde visas för N-bilarna.

Inget samband finns mellan dödligheten och körtiden, vilket överensstämmer med studier av bl.a. Warriss *et al.*, (1992) och Vecerek *et al.*, (2006) som observerade en ökad dödlighet när transporttiden översteg tre timmar. Det finns en stor variation mellan medeldödligheten för olika uppfödare och chaufförer. Det har inte gått att genomföra en variansanalys hur kombinationen uppfödare och chaufför påverkar dödligheten. Skillnad i transportdödlighet mellan uppfödare och chaufförer kan också ha en förklaring i hur man plockat bort döda djur i stallet innan och under lastning i containrar.

Ett försök att visa på samband mellan dödlighet i stall och under transport för F-bilar med transportdödlighet över 0,5% visade att ingen korrelation förekom. Om ventilationen i bilarna varit otillräcklig under körning hade troligen dödligheten ökat med längre körtid.

Ökad dödlighet sommartid finns rapporterat för slaktkyckling (Warriss *et al.*, 2005) och för grisar i Kristoffersson, 2004. Nijdam *et al.*, (2004) studerade 1907 flockar från 149 gårdar i Holland och Tyskland under åren 2000 och 2001. Temperaturförhållanden och djurvikter motsvarar svenska förhållanden. Transportdödligheten var 0,47%. En omfattande statistisk bearbetning visade tydliga samband mellan dödlighet och transporttid, tid i slakteriet, tid på dygnet (natt bäst), utetemperatur (både låg och hög temperatur), belägningsgrad i containrarna, men även faktorer som djurvikt och ras inverkade. Man fann mindre sammanlagd effekt av transporttid och temperatur än man förväntade sig utifrån de separata effekterna.

Transportdödligheten i Sverige är lägre än den som rapporteras från andra undersökningar. Enligt Nijdam *et al.*, (2004) så innebär utemperaturer över 15-20°C ökad risk för hög transportdödlighet liksom högre djurvikt. Det senare kan delvis förklara den högre dödligheten i N-bilarna jämfört med F-bilarna. Nijdam *et al.*, (2004) konstaterar på samma sätt som vår undersökning att transportdödligheten tydligt påverkas av uppfödare och lastningspersonal. Här finns goda möjligheter att genom analys och utbildning sänka dödligheten hos uppfödare och transportörer som medför hög transportdödlighet. Nijdam *et al.*, (2004) konstaterar att det enklaste sättet att sänka transportdödligheten är att hålla djurbeläggningen i containrarna låg. Normalbeläggningen i de holländska/tyska transporterna var 34,5 kycklingar per låda. N- och F-bilar hade efter omräkning till kycklingarnas metaboliska kroppsvikt ( $BW^{0,75}$ ) jämförelsevis 32 respektive 31 kycklingar per låda. Med hänsyn till utrymmet i cm<sup>2</sup> per kg kyckling i varje låda var det som beskrivet i avsnitt 3.1 och 3.2 goda marginaler i N-

och F-bilar i förhållande till Jordbruksverkets föreskrifter. Enligt Nijdam *et al.*, (2004) vill ökning eller sänkning med ett djur öka resp. sänka dödligheten med faktorn 1,09. För liten beläggning i lådorna, vill dock enligt Metheringham & Hubrecht (1996) också vara problematiskt. Med en reducering med 25% av normalbeläggning på varma dagar riskerar kycklingarna att få mindre stabilitet och skadas under transporten.

Skåptemperaturen som avläses av chauffören är ej helt representativ med hänsyn till temperaturmätarnas placering i fordonets högersida respektive innertak. Troligen är det över 5°C varmare i containrarna än det som mäts av bilens temperaturgivare. För att få ett mer realistiskt värde för temperaturen i djurutrymmet skulle mätarna istället vara placerade i containrarnas lådor. Givare för utomhustemperatur skall inte sitta i närheten av motor, växellåda eller avgasrör.

### 6.3 Luftrörelsestudie i tomt fordon under körning

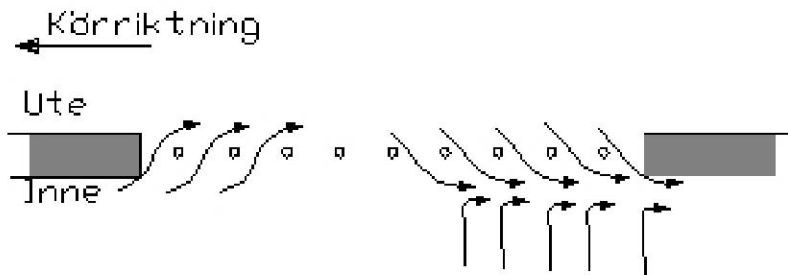
Undersökningar av luftrörelser under körning har endast gjorts i F-, FN- och N-bilar. Luftrörelserna i F-bilar är logisk och stabil. Luften går med hög hastighet bakåt i det tomma utrymmet ovanför containrarna och framåt i de undre containrarna. Lägst lufthastighet finns längst ner från mitten och framåt. Det är endast genom fläktarna som luften kommer in. Alla andra öppningar fungerar som frånluftsdon. Detta överstämmer med de tidigare studierna av djurtransportbilar med mekanisk ventilation gjorts av bl.a. Kettlewell & Mitchell (1996) och Sällvik *et al.*, (2004). Utan tilluftsfläktar, dvs. FN-bilar, blir luftrörelserna i stort sätt de samma som i F-bilar, dvs. in genom fläkt- och andra öppningar i framstammen och fortsätter bakåt ovanför containrarna och framåt i de undre containrarna. Genom avsaknad av skapat övertryck blev FN- bilens bakre och släpets främre sidoöppningar tilluftsdon. Luften gick ut genom släpets bakre sidoöppningar och bakstam och genom dräneringsöppningarna i golvet både i bil och släp. Temperaturen kommer att bli högre i främre delen jämfört med den bakre som konstaterats i bl.a. Sällvik *et al.*, (2004) pga. denna ojämna fördelning av tilluft och de naturliga inre luftrörelserna.

I N-bilar går luften in i större delen av öppningarna i bilens framstam. Det finns ingen fartgenererad luftström ovanför containrarna, utan luften rör sig framåt. All intern luftrörelse genom containrarna är framåt. I de yttre längsgående springorna går luften ut i de främre. Mitt på och bak går luft både ut och in i öppningarna. I N-släpet finns en luftriktare i taket efter fack 2 som medför att det inte finns en luftström bakåt ovanför containrarna, utan där och på alla andra platser är luftriktningen framåt. På släpets yttersidor går luften till största delen in genom de främre och ut genom de bakre på samma sätt och konsekvens för temperaturfördelningen som i FN-bilarna. Dessa luftriktningar är desamma som bl.a. beskrivs av Kettlewell *et al.*, (2005) se Figur 82. Baker *et al.*, (1996) har i vindtunnelförsök visat att undertrycket utefter långsidorna är konstant. Samma författare anger att det är ett betydligt mindre övertryck i översta delen av framstammen på släpet jämfört med bilen. Om man betraktar hela långsidan på bilen i Figur 82 som en enda öppning, så illustrerar det att i en och samma öppning går luften ut i den främre och in i den bakre delen. Detta är beskrivet i Figur 83 enligt Sällvik *et al.*, (2004). Tilluften går med hög fart i ett mycket tunt skikt på insidan av väggen och genererar en luftrörelse ut mot ytterväggen genom ejektion. För att få tilluften in i

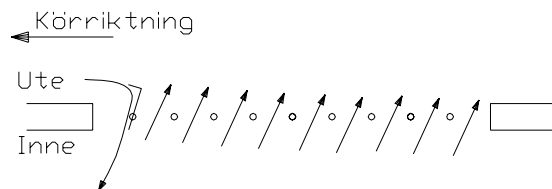
djurutrymmet/containrarna måste öppningen försees med luftriktare (Sällvik *et al.*, 2004). I bakstammen går luften alltid ut i överensstämmelse med Baker *et al.*, (1996), Kettlewell & Mitchell (1996), Sällvik *et al.*, (2004) och Krafft (2005).



Figur 82. Schematiska luftrörelser i körande N-bil. Kettlewell *et al.*, (2005)



Figur 83. Luftriktning i ventilationsöppningarna i bilens långsidor under körning. Sällvik *et al.*, (2004)



Figur 84. Luftriktare. Luftriktning i ventilations-öppningarna i bilens långsidor under körning med tilluftsriktare på främsta öppningen. Sällvik *et al.*, (2004)

I N-bilarna är lufthastigheten i lådorna lägre än i F-bilar. Det beror på att den vägg i lådorna i N-bilarna som vätter bakåt är nästan helt tät, se Figur 12. I både F- och N-bilar är lufthastigheten över och vid sidan av containrarna betydligt högre än den genom containrarna. Luftutbytet i containrarna sker därför till stor del troligen genom ejektorverkan i gavlarna av containrarna. I N-bilarna bör containrarna ha nätväggar på alla sidor för att förbättra luftcirkulationen. Om man eftersträvar ett större luftutbyte inuti containrarna måste luften på något sätt forceras in i lådorna i både F- och N-bilarna. Detta kan ske mha fläktar i bilens långsidor, se Figur 85. Mycket positiva erfarenheter av sådana finns redovisade i Krafft (2005).



Figur 85. Djurtransportbil för slaktgrisar vänster sida med 7 fläktar, en för varje fack. Krafft (2005)

För att få bättre kunskap om djurens klimatförhållande i fordonet skulle det vara bättre att göra studierna av luftrörelserna med djur i containrarna eftersom djuren hindrar luftens väg genom containrarna vilket leder till mindre luftutbyte i fordonet.

## 6.4 Mätningar under lastning och transport

### 6.4.1 Långtidsregistreringar med logger

Vid långtidsregistreringarna borde en testkörning gjorts för att se om resultaten var pålitliga innan studien genomfördes. Detta hade troligen resulterat i bättre placering av mätinstrumenten och klarare direktiv till chaufförerna som medverkade i studien. Exempeldiagrammen visar en alltför varierande utomhustemperatur och en alltför jämn containertemperatur för att vara trovärdiga. Givare för utomhustemperatur skall inte sitta i närheten av motor, växellåda eller avgasrör. Val av placering inne i en container är mycket svår att bestämma och måste avgöras efter att man haft en eller flera körningar med loggrar i ett flertal containrar för att avgöra vilken enstaka placering som är mest representativ.

### 6.4.2 Intensivstudie

Samtliga av de studerade bilarna används året runt. F-, N- och K-bilar ändras när utetemperaturen är under ca 12°C. Fläktarna används inte, öppningarna minskas respektive långsidorna får kapell. Analyserna av sambanden mellan utetemperatur och skåp från transportföljesedlar resp. containertemperatur visar ett mycket starkt samband. Temperaturskillnaden mellan ute och skåp/container sjunker med stigande utetemperatur. Detta är helt logiskt mht hur djurens värmeavgivning förändras och de åtgärder som görs för att minska luftflödet vid kall väderlek.

Mätningarna som använts för bearbetning och analys av temperatur och relativ fuktighet har varit placerade mitt på containerns långsida. Specialstudier visar att temperaturen i ytterkanten av containerns långsida är 2°C kallare i F-bilar och 3-5°C kallare i N-bilar. Skillnaden mellan biltyperna förklaras av luftrörelserna inne i skåpet. I N-bilar är det mycket uteluft som rör sig efter skåpets långsidor.

#### Temperaturhöjning vid lastning

Temperaturutvecklingen i transporterna under lastning påverkas främst av utomhusklimatet. I Figur 38 visas att temperaturskillnaden mellan utomhustemperaturen och temperaturen i transporten minskar med högre utomhusklimat. Detta innebär att vid svalare utomhustemperatur sker en större ökning av temperaturen i containrarna under lastningen. Detta stöds av flera referenser t.ex. Nijdam *et al.*, 2004.

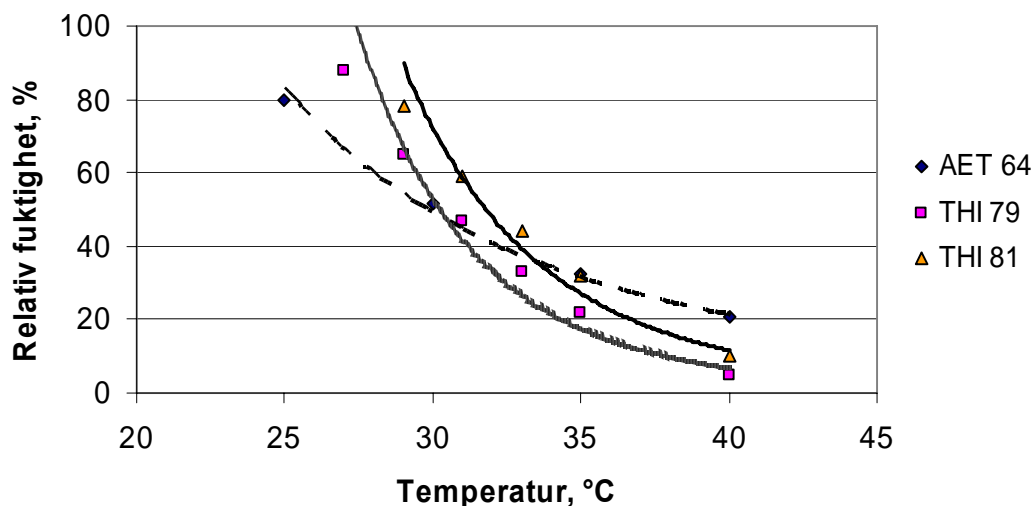


### Värmestressindex

Bedömer man medelvärde för containertemperaturen under körning sommartid så blir temperaturen i K-bilarna den lägsta i förhållande till utetemperaturen. N-bilarna ger något lägre temperaturökning än F-bilarna. Vintertid med ner till  $-10^{\circ}\text{C}$  bör det inte innebära några problem att hålla medeltemperaturen i FN- och N-bilar över  $15^{\circ}\text{C}$ . För KS-bilarna är det svårt att extrapolera resultaten eftersom endast mätningar finns med K-bil vid  $30^{\circ}\text{C}$  och KS-bil vid  $8^{\circ}\text{C}$ . Utgår man ifrån att  $P_{\text{fri}}$  för en 2,4 kg:s kyckling vid  $5^{\circ}\text{C}$  är 15W och luftflödet  $6 \text{ m}^3/\text{tim}$  enligt Figur 42 blir det  $0^{\circ}\text{C}$  i medeltemperatur i en KS-bil vid  $-10^{\circ}\text{C}$ . I kapellbilar bör man emellertid kunna minska luftflödet under körning till  $3 \text{ m}^3/\text{tim}$  och det innebär att medeltemperaturen blir  $5^{\circ}\text{C}$  vid  $-10^{\circ}\text{C}$  ute.

En jämförelse mellan teoretiskt luftflöde i F-bil och uppmätt fläktkapacitet gav tillfredställande överensstämmelse med hänsyn till mätnoggrannhet och antaganden angående värmeavgivning från kycklingarna. Både teoretiskt och uppmätt flöde är ca  $4 \text{ m}^3/\text{tim}$  och kyckling. Det finns inga krav i gällande EU-direktiv eller DFS 2006:9 ”L5”. EFSA 2003 föreslår ett luftflöde på minst  $2,2 \text{ m}^3/\text{tim}$  och kg oberoende om fordonet kör eller inte. Denna rekommendation innebär att flödet skall vara 3,7 resp.  $5 \text{ m}^3/\text{tim}$  och kyckling för 1,7 resp. 2,3 kg:s kycklingar.

Termiskt klimat för slaktkycklingar under transport beskrivs bäst med att kombinera torr temperatur och relativ fuktighet. För slaktsvin och kor utomhus krävs även lufthastighet och strålningstemperatur. Vid bearbetning och analys av den termiska miljön i containrarna har vi valt ett av de mest använda indexen THI, Temperature Humidity Index. Många forskare inom uppfödning och transport av slaktkyckling använder AET, Apperent Equivalent Temperature, som ett index för termisk belastning. (Kettlewell & Mitchell, 1993; Dalley *et al.*, 1996; Mitchell & Kettlewell, 1998). AET beräknas från temperatur, vattenångas partialtryck och den psykrometriska konstanten och beskriver det totala värmeutbytet mellan en blöt yta och omgivningen.



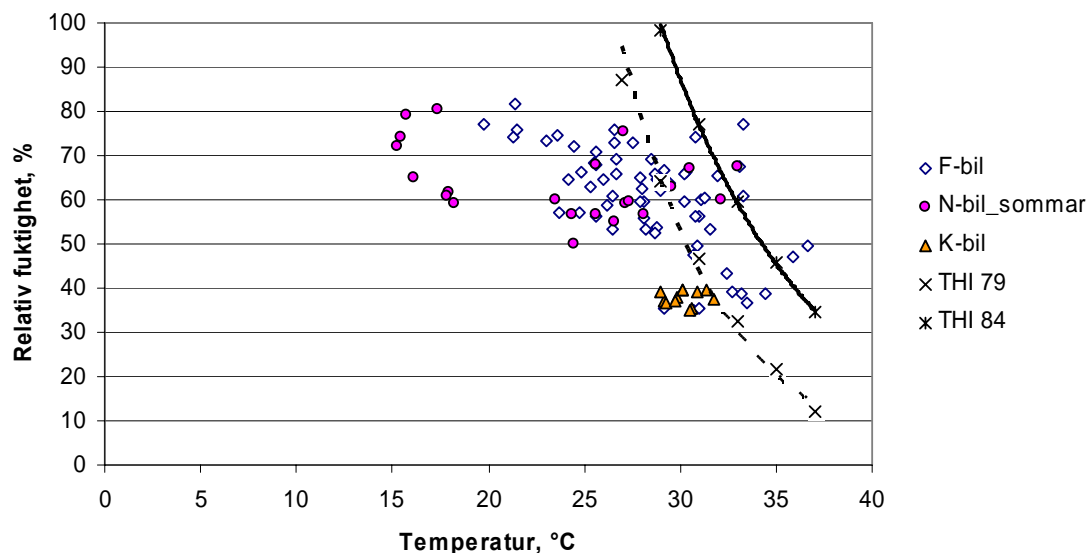
Figur 86. Kombination av temperatur och relativ fuktighet för att AET skall bli  $64^{\circ}\text{C}$ , som är den rekommenderade acceptabla övre gränsen för den termiska belastningen i mitten av en transportbil för fjäderfä enligt Mitchell & Kettlewell, 1998. I figuren är också inlagt linjer för THI 79 resp. 81.

Mitchell & Kettlewell, 1998 anger AET 64°C som den rekommenderade acceptabla övre gränsen för den termiska belastningen i mitten av en transportbil för fjäderfä. Figur 86 visar kombinationen av temperatur och relativ fuktighet för att AET skall bli 64°C. I figuren finns också inlagt linjer där THI blir 79 resp. 81. THI och AET skiljer sig åt. THI kräver lägre RF vid högre temperaturer än AET. Högsta acceptabla värdet för THI mht det rekommenderade högsta AET bör kunna sättas till 80. Enligt AET blir THI i området 79-92 som benämns ”fara” et oacceptabelt värde.

THI ute och inne för samtliga transporter har plottats och det finns ett mycket starkt samband mellan medelvärdet för THI i fordonet och utomhus. Det finns emellertid mycket stora skillnader inom en körning. Många containrar har haft THI över 80 redan när THI varit 60 utomhus, som visat i Figur 47. Medeltal för temperatur och THI från flera containrar är därför ett okänsligt mått att beskriva förhållandena i bil och släp eftersom det finns mycket stora skillnader mellan olika platser i fordonet. För att bedöma möjligheterna att hålla ett bra klimat måste varje biltyp bedömas för sig.

### THI över 80 under körningarna

Genom att lägga in resultatet från samtliga mätningar i containrar under sommaren i samma diagram (Figur 87), som illustrerar THI-nivå 80 (varning) resp 84 (akut fara) kan man mycket enkelt visa att det funnits många containrar med ”varning” speciellt F-bilar. Akut fara finns för fem containrar i F-bilar och en container i N-bil. Under vinter finns det endast tre observationer i FN-bil med THI över 79.



Figur 87. Temperatur och relativ fuktighet för studerade körningar sommar samt motsvarande kombinationen för att få THI = 79 (varning) resp. 84 (akut fara).

Trots att resultaten visar att containrar på vissa platser i F-bilar har en mycket värmestressande miljö så har man enligt muntligt uppgift från slakteriet (M. Nilsson,

2007) inte sett en högre dödlighet i vissa containrar utan anser att döda kycklingar kan finnas i vilken container som helst.

### **F-bil**

I F-bilar sker temperaturökningen främst under lastning. Ökningen varierar men är omkring 0,2°C/min under sommaren och dubbelt så hög under vinter. Vid lastning av slaktgrisar är den 0,1°C/min vid mekanisk ventilation och dubbel vid naturlig ventilation (Sällvik *et al.*, 2005). Temperaturen i en tidigt lastad container stiger under längre tid vilket resulterar i att tidigt lastade containrar även har en högre temperatur under körningen. Efter stängning av släpet gick temperaturen ner för de tidigt lastade containrarna då fordonet lastades bakifrån och fram. Detta tyder på att ventilationen fungerar bättre då fordonet är stängt. Detta stärks av mätningarna av koldioxidhalten då halten är högre och mer varierande under lastning än under körning. Under vintern finns ett starkt samband mellan relativa fuktigheten ute och i containrar. RF i containrarna är lägre än den utomhus, se Figur 45.

I själva bilen kan man undvika THI över 79 genom att lasta bakifrån till fram. I släpet blir det oavsett lastningsordning oerhört varmt och fuktigt, THI kan bli 84 dvs. akut fara i de undre containrarna i mitten. Orsaken är luftrörelserna som för fram den varma luften.

### **N-bil**

N-bilar hade samma temperaturökning under lastningen som F-bilar. Den förmodade effekten av tvärventilation dvs. en lägre temperaturökning har inte observerats. En förklaring kan vara att temperaturen mäts i mitten och där är effekten av tvärventilation begränsad. Dock visar CO<sub>2</sub>-mätningarna att luftutbytet är bättre under lastningen jämfört med F-bilarna. Mätningarna visar också vikten av att inte ha fordonets sidoväggar stängda när fordonet står still, då detta leder till en kraftig ökning av CO<sub>2</sub> från 1500 ppm till upp mot 4000 ppm. I N-bilarna ökade temperaturen även under körning och lastningsrutinerna hade inte samma inflytande på sent resp. tidigt lastad container som i F-bilar. Som Figur 60 visar så stiger temperaturen i en container i släpet så mycket att temperaturen blir högre än i den tidigare lastade containern i bilen. Ventilationen under körning är inte tillräcklig för att hålla nere temperaturen i släpet. Luftfuktigheten i skåpet är även för N-bilarna påverkade av utomhusluftfuktigheten. CO<sub>2</sub>-mätningarna i bilen illustrerar tydligt att tilluft kommer in bak dragbilen (500 ppm) och går ut i den främre delen (1500 ppm).

Under de fyra sommarkörningarna var THI aldrig över 77 i dragbilen. Däremot har alarmerande högt THI 85 mätts nere i mitten av släpet. Även i resterande bakre del av släpet är THI högt. Detta visar klart på otillfredsställande ventilation i släpet. Detta förhållande är ett resultat av hur naturlig ventilation fungerar under körning. Mätningar har inte gjorts i den undre containern längst fram i släpet. Troligen hade temperaturen där varit lägre än i mitten av släpet pga av den skiva som satt på framstammens insida för att rikta ner luft.

### K-bil

När klimatet i K-bilarna undersöktes var det 30°C ute. Temperaturen i containrarna både i längd- och höjddled var mycket jämn under körning. Att luftväxlingen i containrarna i K-bilar är mycket god styrks även att CO<sub>2</sub>-halten endast är 600ppm. Under en av körningarna var medeltemperaturen i containrarna ca. 1°C lägre än utetemperatur. Troligaste orsaken är evaporativ kylning av uteluften pga. av avdunstning från träck. Evaporativ kylning innebär att entalpi överförs från torr luft till vattenånga genom avdunstning från fuktiga ytor eller vattendroppar. Därmed sänks den torra temperaturen.

Trots att THI ute är 78 har inget högre värde än 78 för THI registrerats i containrarna under körningarna. Resultaten visar på en oerhört effektiv ventilation i K-bilar som körs med helt öppna sidor i helt i överensstämmelse med Kettlewell & Mitchell (1993) som skriver att det är en negligerbar skillnad mellan klimatet ute och det i containrarna överallt i fordonet under körning.

### FN-bil

FN-bilarna har ibland en mycket snabb och hög temperaturökning under lastning; 0,40°C/min. I likhet med N-bilar sker dessutom en temperaturökning under körning pga otillräcklig ventilation. Mycket hög temperatur (35°C) trots att det enbart är 9°C ute, har uppmätts i en container längs bak uppe i släpet och som är lastad sist. Under vissa av körningarna har det varit mycket stora temperaturskillnader. Temperaturskillnaderna i bil är 3-5°C och i släp 6-9°C. För samma körning kan det skilja 14°C mellan kallaste och varmaste container i fordonet. Temperaturfördelningen i släpet hos FN-bil skiljer sig från den i N- och KS-bilar där det enligt egna studier (Sällvik *et al.*, 2005) och t.ex. Kettlewell & Mitchell (1993) är kallare ju längre bak man kommer i både bil och släp. I FN-bil är så fallet i bilen. Längst fram i bilen har THI vid ett tillfälle varit över 79 men i alla andra fall har THI i bilen varit tillfredsställande. I släpet har THI vid två tillfällen varit över 79. Samtliga dessa tre tillfällen har inträffat när THI ute varit omkring 51. Eftersom FN-bilen inte är utformad för att fungera väl utan att fläktarna går och öppningarna i långsidorna inte utformade för att fungera som tilluftsdon, är det inte förvånande att klimatet blir så ojämnt.

### N-bil vinter

Det är stora skillnader i temperaturen under körning i både bil och släp från 7 till 18°C. Släpet har under transport 5 haft en min-medeltemperatur i en container på 7,5°C samtidigt som den varmaste hade 25,5°C. Bilen har marginellt jämnare temperatur.

Vid lastning stiger temperaturen med 0,20 - 0,30°C/min. Det finns inget samband mellan när containern lastats och temperaturen efter en tids körning. Avgörande är VAR containern är placerad. Temperaturökningen fortsätter efter start av körning i containrar placerade på platser med dålig ventilation längst fram i bilen och i mitten av släpet. Temperaturen sjunker under körning längst bak nere i bilen samt i släpet uppe längst bak och längst fram. Efter 3,5 timmars körning kan temperaturen i containern uppe bak i släpet vara 8°C när det är 0°C ute. Samtidigt är det 26°C i containern i mitten nere i

släpet. Vid kort körtid, 30 – 40 min stiger temperaturen i hela bilen till dess att bilen kommer till slakteriet.

Temperaturfördelningen i bilen med varmt fram och kallt bak är logisk med hänsyn till hur luft kommer in och stämmer med andra undersökningar. I släpet är det varmast nere och i mitten uppe temperaturen uppe. Det är temperaturen uppe längst fram som inte stämmer med andra undersökningar av naturligt ventilerade fordon. En förklaring kan vara att släpet är något högre än bilen och öppningarna i framstammen därigenom blir mycket effektiva. Även under mätningarna sommartid är det relativt låg temperatur uppe längst fram.

THI i olika delar av bilen konfirmerar hur luften kommer in i bilen, dvs. mycket luft in längst bak i bilen och lite luft längst fram. THI längst bak och nere i bilen är under 60 pga. att temperaturen är låg. Längst fram både uppe och nere är THI bra. Släpet har jämnare THI, men uppe längst fram och längst bak finns observationer med mycket lågt THI pga. att temperaturen endast var 10°C.

Man borde kunna höja temperaturen på platser med låg temperatur genom att stänga till öppningarna mer längst bak i både bil och släp samt i framstammen på släpet.

### **KS-bil**

Temperaturhöjningen under lastningen är normal 0,23°C/min och fortsätter även i sent lastade containrar. Körningarna skedde vid 7°C och temperaturen i containrarna stabiliserades vid 15-20°C. Något samband mellan lastningstemperatur och temperatur under körning finns inte. Mycket stora temperaturvariationer i en och samma container finns under körning, t.ex. mellan 11°C och 27°C. Kallast kunde det bli längst bak uppe som under en viss tid kunde ha sådan kraftig ventilation att temperaturen endast var 4°C över utetemperaturen. Lågst medeltemperatur under körning var det högst uppe i mitten av bilen där det var 4-5°C kallare än temperaturen i övriga mätta containrar. Detta återspeglades också i hur THI-fördelningen var i bilen. Kettlewell & Mitchell (1993) har undersökt klimatet i KS-bilar under ”vinter” (10°C och 85%). Man redovisar en mycket tydligt sjunkande temperatur och fuktighetsgradient från 25°C/65% längst fram till 15°C/80% längst bak. Det var alltså sämst strax bakom framstammen. Temperaturen där var 15°C högre än utomhus och fuktinnehållet i luften hade ökat med 7g/m<sup>3</sup>. Deras resultat vad gäller temperatur- och fukt fördelning skiljer sig till en del från våra mätningar. Författarna anser med stöd från sina resultat att det termiska klimatet i täckt kapellbil inte är tillfredställande, framförallt pga. den dåliga ventilationen längst fram. För KS-bilarna är det snarare risken för att det blir för kallt som gör att viss tveksamhet råder. Möjligheterna att reglera ventilationen är också mycket små med den utformning som kapellet har.

### **Konceptbil**

Kettlewell och Mitchell (2001) har tagit fram en konceptbil (Figur 88) med följande bärande idéer:

- frånluftsfläktar för att föra ut värme och fukt producerad av kycklingarna
- definierade tilluftsdon - perforerade gallerytor på sidokappellet

- definierade frånluftsdon – frånluftsfläktar i fram- och bakstam
- isolerat sidokapell och tak för att minska uppvärmning pga solstrålning
- reglerbart ventilationsflöde som ändras i förhållande till yttre klimatet och kycklingarnas behov



Figur 88. "Concept 2000" är ett helt kontrollerat mekaniskt ventilerat fordon för slaktkycklingtransport som alltid körs med kapellet stängt. Luft kommer in genom perforerade nätsektioner och frånluft tas genom fläktar på fram- och bakstam (Kettlewell och Mitchell, 2001).

Detta koncept löser inte luftfördelningen inne i skåpet. Frånluftfläktar är onödigt eftersom luftflödet garanteras av tilluftsfläktarna. Frånluftsfläktar styr inte luftströmlarna (Sällvik, 1979). Under sommaren bör bilen köras med öppna sidor.

---

## 7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

### 7.1 Slutsatser

Transportdödligheten hos slaktkyckling är i ett internationellt perspektiv låg i Sverige. Dock finns det variationer pga årstid, uppfödare, chaufför och typ av bil och containrar som pekar på att det går att göra förändringar som kan sänka dödligheten och förbättra djurens termiska komfort.

Kontinuerlig uppföljning av transportererna genom transportföljesedlar är viktigt. Väl ifyllda transportföljesedlar kan analyseras med olika statistiska program och som kan beakta flera faktorer samtidigt. Lastningsförhållanden måste då standardiseras så långt som möjligt för att få rättvisande resultat.

Luftflödet som behövs under körning i varm väderlek har varit tillräckligt för samtliga biltyper. FN-bil har för lågt luftflöde vid utetemperaturer 3-10°C. MEN i alla biltyper, utom K-bil på sommaren, varierar temperatur och fuktighet mycket inom skåpet och speciellt i släpet. Det är därför svårt att hitta en representativ plats i skåpet på en djurtransportbil som ger en rättvisande bild av temperatur och fuktighet. Medelvärde från flera mätpunkter kan dölja stora variationer.

I samtliga fall kan variationer i klimatet i skåpet förklaras av var tilluften kommer in i släpet och de interna luftströmlarna i skåpet. Fysikens lagar gäller. I ett fordon som kör kommer luften in genom öppningar i bakre delen av långsidan och går ut genom främre öppningar. I framstammen kan luft gå in, men också ut beroende på hur fronten på bilen är utformad. I släpet går luft in i övre delen av framstam och främre del av långsidorna. I den bakersta delen av ett långt släp kommer luft in. I mitten på långsidan och i bakstam går luft ut. Temperatur och THI fördelning kommer helt att styras av detta i N-FN- och KS-bilar. Det blir varmt och fuktigt nere och framme i både bil och släp och i nere i mitten på släpet. Släpet har större variationer i temperatur och THI.

Inne i containrarna finns alltid en luftström framåt. Flödet i denna luftström är störst i F-bilar beroende dels på att fläktarna skapar den, dels på att containerväggarna består av metallnät. I N-bilarna är lufthastigheten i lådorna lägre än i F-bilar. Det beror på att den vägg i lådorna i N-bilarna som vätter bakåt är nästan helt tät. Därför bör den täta väggen bytas till nätvägg så att luftcirkulationen förbättras.

I både F- och N-bilar är lufthastigheten över och vid sidan av containrarna betydligt högre än den genom containrarna. Luftutbytet i containrarna sker därför till stor del troligen genom ejektorverkan i gavlarna av containrarna. Speciellt i N-bilar är denna effekt tydlig, där kan det vara upp till 5°C svalare vid den yttre lådväggen, dvs. mot fordonets långsida än i mitten. Om man eftersträvar ett större luftutbyte inuti containrarna måste luften på något sätt forceras in i lådorna i både F- och N-bilarna.

## 7.2 Rekommendationer

### Chaufför och slakteri

För att kontinuerligt följa upp transportdödlighet och kunna vidtaga åtgärder för att sänka den skall

- chaufför och slakteri fortsätta att se till att transportföljesedlarna fylls i noggrant och konsekvent för varje transport
- slakteriet fortsätta ha regelbundna återkopplingar med chaufför och uppfödare för att förbättra lastningsrutiner
- transporter i om möjligt ske under natt eller tidiga morgnar under sommarhalvåret

### Uppfödare och lastningspersonal i stallet

För att minska och rättvist kunna redovisa och jämföra siffror på transportdödlighet skall

- endast levande djur i god kondition lastas
- gällande bestämmelser ang. högsta beläggning i lådorna inte överskridas, och helst vara lägre under varma dagar.

### Bilarna

Luftflödet per kyckling är eller kan bli tillfredställande i samtliga biltyper. Detta visas bl.a. av CO<sub>2</sub> mätningarna. Problemet i bilarna är luftfördelningen till olika platser/containerar. Det är endast K-bilarna som har en tillfredställande luftfördelning till samtliga containrar.

**I F- och FN-bilar** medför de interna luftrörelserna och avsaknad av tilluft till de främre containrarna i både bil och släp samt de undre i mitten av släpet att temperaturen kommer att bli betydligt högre på dessa platser än i resten av fordonet, se Figur 30. Förbättra luftfördelningen och jämna ut klimatet genom att

- lasta bil resp. släp bakifrån till fram. Därigenom blir det inte så varmt i de främre containrarna.
- ha automatiskt temperaturreglering av kapaciteten hos tilluftsfläktarna så att de kan användas året runt
- ha stort flöde när det är hög relativ fuktighet ute under den kalla årstiden
- tillföra uteluft i containerhöjd från framstammen i både på bil och släp
- tillföra uteluft med hög hastighet riktad bakåt utefter långsidorna.
- överväga tilluftsfläktar med luftfördelare på främre delen av långsidorna på bil och släp och även på mitten av släpet.



### **N-bilar**

Under körning innebär de naturliga tryckförhållande runt bilen ojämn fördelning av tilluft längs långsidorna eftersom luft endast kommer in i bakre delen. Medan de främre öppningarna tjänar som frånluftsdon liksom öppningar i bakstammen. I släpet finns tilluftsdon i framstammen. De interna luftrörelserna är naturligt framåtriktade och mycket låga pga. den nästan täta containerväggen. Sommartid blir det därför mycket varmare framme i både bil och släp och även nere i mitten av släpet. Vintertid blir det mycket kallt uppe bak i bil och släp samt uppe fram i släp. Förbättra luftfördelning och jämna ut klimatet genom att:

- byta till containrar med nätsidor runt om
- lasta med båda sidorna öppna för genomluftning
- montera luftriktare på de främre och mittersta tilluftsdonen
- under vintern strypa bakre tilluftsdon på både bil och släp
- under vintern strypa tilluftsdon i framstam på släp.
- under vintern INTE strypa främre och mittersta tilluftsdonen

### **K-bilar**

Under sommar var temperaturhöjningen i förhållande till utetemperaturen mycket låg och samtliga containrar hade en mycket ensartad temperatur. Därför finns:

- Ingen anledning att ändra på något i K-bilarnas utformning under sommaren.

**Under vinter** med kapellet nere blir det mycket ojämn och okontrollerad ventilation. Inga förslag hur denna situation kan förbättras kan ges annat än att:

- montera isolerade väggar längs yttersidorna (N-bil)
- installera ett temperaturkontrollerat tilluftssystem med fläktar (övertryck) kombinerat med luftfördelningssystem som ger tilluft till containrar även i främre delen av trailern. (F-bil)

---

## 8 REFERENSER

- Baker, C.J., Dalley, S., Yang, X., Kettlewell, P., Hoxey, R. 1996. An Investigation of the Aerodynamic and Ventilation Characteristics of Poultry Transport Vehicles. Part 2, Wind Tunnel Experiments. J. agric Engng Res. (1996) 65, 97-113
- Björnhag G., Jonsson E., Lindgren E. och Malmfors B., 1989, Husdjur – ursprung, biologi och avel. Stockholm, LTs förlag.
- CIGR. (1984). Climatization of Animal Houses. Report 1 of Working Group, Aberdeen. Editor Krister Sällvik.
- Dalley, S., Baker, C.J., Yang, X., Kettlewell, P., Hoxey, R. 1996. An Investigation of the Aerodynamic and Ventilation Characteristics of Poultry Transport Vehicles. Part 3, Internal Flow Field Calculations Wind Tunnel Experiments. J. agric Engng Res. (1996) 65, 115-127
- EFSA (2003): "The welfare of animals during transport." Scientific Report of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to the welfare of animals during transport. Question N° EFSA-Q-2003-94. Online: [2007-11-01]  
[http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific\\_Opinion/ahaw\\_report\\_animaltransportwelfare\\_en1,0.pdf](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/ahaw_report_animaltransportwelfare_en1,0.pdf)
- Jordbruksverket (2007): Djurskyddsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd för transport av levande djur. DFS 2006:9, Saknr. L 5:3. Online: [2007-12-12]  
[http://www.sjv.se/download/18.b1bed211329040f5080001835/DFS\\_2006-09.pdf](http://www.sjv.se/download/18.b1bed211329040f5080001835/DFS_2006-09.pdf)
- Jamil M., 2003, Skador hos kycklingar vid slakt och transport, Svensk veterinärtidning, 2003, 5, 11-16
- Jordbrukstatistisk årsbok 2006 med data om livsmedel. SCB-tryck, Örebro, 2006.
- Kettlewell, P. J., Mitchell, M.A. & Meehan, A. (1993) The distribution of thermal loads within poultry transport vehicles. Agricultural Engineer 48(1): 26-30
- Kettlewell P.J. och Mitchell M.A., 1993. The thermal environment on poultry transport vehicles. Pages 552-559 in: Livestock Environment IV. Proceedings of the Fourth International Symposium. E. Collins and C. Boon ed. ASAE, St Joseph, Mi.

- Kettlewell P.J., Hoxey R.P., Hartshorn R.L., Meeks I.R. och Twydell P., 2001, Controlled ventilation system for livestock transport vehicles. Silsoe Research Institute, Bedford, UK.
- Kettlewell P.J. och Mitchell M.A., 1996, Aerodynamics and Ventilation of Livestock Transport Vehicles, Silsoe Research Institute, UK.
- Kettlewell, P. J. & Mitchell, M.A. 2001. Comfortable ride: Concept 2000 provides climate control during poultry transport. Resource. Engineering and Technology for a Sustainable World, 8 13-14.
- Kettlewell P.J. <sup>1</sup> och Mitchell M.A. <sup>2</sup>, 2004, Transport and Handling, <sup>1</sup>Silsoe Research Institute, Bedford, UK. <sup>2</sup>Roslin Institute, Midlothian, UK.
- Kettlewell P.J. och Mitchell M.A., Harper, E., Villarroel, M., Levrino, G.M. 2005. Thermal environments within transport vehicles, NJF Vol 1 Nr 4 2005. NJF seminar 361 Transport and handling of animals a Nordic Challenge. Alnarp 2205.
- Krafft J., 2005, Klimat i djurtransportbil med slaktgrisar sommartid – Jämförelse mellan naturlig och mekanisk ventilation. SLU, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Examensarbete 18. Alnarp.
- Kristoffersson, J. 2004. Transportdödlighet hos slaktsvin. Svensk Veterinärtidning 56(12), 11-15.
- Metheringham, J. & R. Hubrecht (1996): Guest editorial. Poultry in transit – a cause of concern? British Veterinary Journal. 152 (3), 247-248.
- Mitchell, M.A., Kettlewell, P.J. 1998. Physiological Stress and Welfare of Broiler Chickens in Transit: Solutions not Problems! Poultry Science 77:1803-1814
- Nijdam, E., Arens, P., Lambooij, E., Decuypere, E., Stegman, J.A. 2004. Factors influencing bruises and Mortality of broilers during catching, transport and lairage. Poultry Science 83:1610-1615
- Statens offentliga utredningar, 2003. Kännande varelser eller okänsliga varor? SOU 2003:6
- Statens Meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI. Beställd data.

- Svensk Standard SS 951050, 1992, Lantbruksbyggnader – Ventilation, uppvärmning och klimatanalys i värmeisolerade djurstallar – Beräkningsreglerna.
- Sällvik, K. 1979. Principles for mechanical exhaust ventilation systems in animal houses. Swedish University of Agric Sciences, Dpt of Farm Buildings Report No 8. Dissertation.
- Sällvik, K., Gebresenbet, G., Gustafsson, G., Jeppsson, K-H., Lundgren, A-K., Rantzer, D., Svendsen, J. 2004. Transport av slaktsvin från gård till slakteri – studier av klimat, beteende och vibrationer i bilen, skador på djuren samt förslag till förbättringar. . Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Rapport Nr 130 Alnarp
- Sällvik, K., Krafft, J., Jeppsson, K-H and Svendsen, J. 2005. Climate and pigs reactions in the truck during loading and transport. Proceedings EAAP 2005
- USDC-ESSA. 1970. Livestock hot weather stress. Central Regional Operations Manual Letter 70-28. Environmental Sciences Services Admin., U.S. Dep. Of Commerce. Silver Spring, MD. I Hahn G L, Nienaber J A. XXX. Engineering and Management Practices to Ameliorate Livestock Heat Stress. USDA-ARS U.S. Meat Animal Research Center. USA.
- Vecerek, V., S. Grbalova, E. Voslarova, B. Janackova och M. Malena (2006): Effects of Travel Distance and the Season of the Year on Death Rates of Broilers Transported to Poultry Processing Plants. Poultry Science 85:1880-1884.
- Warriss, P.D, E.A. Bewis, S.N. Brown och J.E. Edwards (1992): Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. British Poultry Science, 33:201-206.
- Warriss, P.D., A. Pagazaurtundua och S.N Brown (2005): Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. British Poultry Science, 46:6 647-651.

### **Muntliga uppgifter**

- J. Almgren, Guldfågels slakteri, Mörbylånga, 2007-03-30
- M. Nilsson, Kronfågels slakteri, Kristianstad, 2007-03-27
- A. Olsson, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknik på Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, 2007-05-08
- A. Ottosson, Kronfågels slakteri, Valla. 2007-03-27



